

Aus der
Tierärztlichen Ambulanz Schwarzenbek
und dem Institut für Fleischhygiene
im Fachbereich Veterinärmedizin
der Freien Universität Berlin

**Modellversuche und Feldstudie zur Effektivität
der elektrischen Betäubung bei Schlachtschweinen
unter Berücksichtigung von Tierschutz-,
Technologie- und Fleischqualitätsaspekten**

INAUGURAL - DISSERTATION
zur Erlangung des Grades eines
Doktors der Veterinärmedizin
an der Freien Universität Berlin

vorgelegt von
Friedrich Brock
Tierarzt aus Viersen

Berlin 1987
Journal-Nr. 1360



Aus der
Tierärztlichen Ambulanz Schwarzenbek
und dem Institut für Fleischhygiene
im Fachbereich Veterinärmedizin
der Freien Universität Berlin

Modellversuche und Feldstudie zur Effektivität
der elektrischen Betäubung bei Schlachtschweinen
unter Berücksichtigung von
Tierschutz-, Technologie- und Fleischqualitätsaspekten

INAUGURAL-DISSERTATION
zur Erlangung des Grades eines
Doktors der Veterinärmedizin
an der Freien Universität Berlin

vorgelegt von
Friedrich Brock
Tierarzt aus Viersen

Berlin 1987
Journal-Nr.1360

Gedruckt mit Genehmigung
des Fachbereiches Veterinärmedizin
der Freien Universität Berlin

Dekan: *Univ.-Prof. Dr. G. Reuter*

Erster Gutachter: *Univ.-Prof. Dr. G. v. Mickwitz*

Zweiter Gutachter: *Univ.-Prof. Dr. G. Reuter*

Tag der Promotion: *3. Dezember 1987*

Inhalt	Seite
1. <i>Einleitung</i>	5
2. <i>Literatur</i>	7
2.1 <i>Wirkungsweise und Charakter der elektrischen Betäubung</i>	7
2.2 <i>Die elektrische Feldstärke im Gehirn der Schlachttiere während der elektrischen Betäubung</i>	11
2.3 <i>Methoden der elektrischen Betäubung</i>	12
2.4 <i>Die Effektivität der elektrischen Betäubung und ihre Beurteilung</i>	13
2.5 <i>Behandlungsweisen von Schlachtschweinen vor der elektrischen Betäubung</i>	16
2.5.1 <i>Aufstallungsdauer am Schlachthof</i>	16
2.5.2 <i>Aufstellungsbedingungen am Schlachthof</i>	16
2.5.3 <i>Treiben und Leiten von Schlachtschweinen</i>	17
2.5.4 <i>Umgang mit den Schlachttieren in der Betäubungsbucht</i>	18
2.6 <i>Der Einfluß unterschiedlicher elektrischer Betäubungsmethoden, sowie ihrer Anwendungsvariationen auf die Fleischqualität</i>	19
3. <i>Eigene Untersuchungen Teil I: Untersuchungen zur elektrischen Feldstärkebestimmung im Gehirn von Schlachtschweinen während der elektrischen Betäubung</i>	21
3.1 <i>Problemstellung</i>	21
3.2 <i>Methodik</i>	22

3.2.1	Versuchstiere	22
3.2.2	Elektroden- und Implantationstechnik	22
3.2.3	Betäubungsapparaturen	25
3.2.4	Registriertechnik und Versuchsdurchführung	27
3.3	Ergebnisse	30
3.3.1	Die Gehirnfeldstärke während der elektrischen Betäubung	30
3.3.2	Die Feldstärke im Gehirn der Schlachttiere als prozentualer Anteil der Ausgangsspannung	30
3.3.3	Der Einfluß der angewandten Elektrodenpositionen in Relation zu einer als optimal erfaßten Position Auge/Ohr	34
3.4	Diskussion	37
3.4.1	Die Gehirnfeldstärke während der elektrischen Betäubung	37
3.4.2	Die Feldstärke als prozentualer Anteil der Ausgangsspannung	39
3.4.3	Der Effektivitätsquotient der Elektrodenpositionen	41
4.	Eigene Untersuchungen Teil II: Praktische Untersuchungen zur elektrischen Betäubung von Schlachtschweinen an Schlachthöfen in Niedersachsen	44
4.1	Problemstellung	44
4.2	Methodik	45
4.2.1	Allgemeines zur Durchführung der Befunderhebung	45
4.2.1.1	Auswahl der Schlachtbetriebe	46
4.2.1.2	Art des verwendeten Erhebungsbogens	46

4.2.2	Untersuchungskriterien	46
4.2.2.1	Schlachthofeinrichtung	48
4.2.2.1.1	Bauliche Einrichtung	48
4.2.2.1.2	Betäubungsapparatur und Registrier- technik	50
4.2.2.2	Betäubungs- und Schlachtvorgang	51
4.2.2.2.1	Allgemeine Kriterien zur Vorbereitung und Durchführung des Betäubungs- und Schlachtvorganges	52
4.2.2.2.2	Spezielle Datenerhebung am Einzeltier	52
4.2.2.3	Parameter der Fleischhygiene	54
4.2.2.3.1	pH-Wert	54
4.2.2.3.2	Pathologisch-anatomische Veränder- ungen	54
4.2.3	Auswertungsverfahren	55
4.3	Ergebnisse	56
4.3.1	Betäubungsapparatur	56
4.3.2	Betäubungshandlung	62
4.3.3	Auswirkungen der elektrischen Betäu- bungsmethoden auf pH-Wert-Entwicklung und pathologisch-anatomische Abwei- chungen	73
4.4	Diskussion	84
4.4.1	Betäubungsapparatur	84
4.4.2	Betäubungshandlung	85
4.4.3	Auswirkungen der elektrischen Betäu- bung und deren Anwendungsvariationen auf die Fleischqualität	90
4.4.4	Betäubungspersonal	95

5.	<i>Schlußfolgerungen</i>	99
6.	<i>Zusammenfassung</i>	101
7.	<i>Summary: Pilot Experiments and Field Study on the Effectivity of the Electrical Stunning of Pigs with Respect to Aspects of Animal Welfare, Technology and Meat Quality</i>	105
8.	<i>Literaturverzeichnis</i>	108
9.	<i>Anhangstabellen</i>	117
10.	<i>Verzeichnis der verwendeten Abkürzungen</i>	127

1. Einleitung

Mit zunehmender Industrialisierung des Fleischgewinnungsprozesses veränderte sich die ethische Einstellung des Menschen zum Schlachttier. Im Mittelpunkt der Kritik stand zu Beginn des 20. Jahrhunderts die Tötung der Schlachttiere ohne eine vorangehende Betäubung.

Das sich verändernde Verständnis führte schon 1902 zur Aussetzung eines Preises für die Konstruktion eines gut wirkenden Betäubungsgerätes und fand einen vorläufigen Abschluß in der Entwicklung des Bolzenschußapparates.

MÜLLER und WEINBERGER leiteten 1928 die noch heute überwiegend bei der Schlachtschweinebetäubung eingesetzte elektrische Betäubungsmethode in die Schlachthofpraxis ein. Seit 1934 ist in Deutschland die Betäubung von Schlachttieren gesetzlich vorgeschrieben (DRAWER, 1984).

Während zwischenzeitlich nur geringfügige Modifikationen in Anwendung und Ausführung der elektrischen Betäubung folgten, zeigten Mitte der siebziger Jahre umfangreiche Untersuchungen in den Niederlanden die zum Teil unzureichenden Betäubungswirkungen dieser Methoden auf.

Mit den bis dahin üblicherweise eingesetzten Spannungen von 70 bis 180 Volt konnten den niederländischen Untersuchungsergebnissen zufolge keine ausreichenden Stromstärken erreicht werden, um alle Schlachtschweine effektiv zu betäuben.

Der erste Teil der vorliegenden Arbeit bezieht sich auf unterschiedliche Möglichkeiten der Anwendung von elektrischen Betäubungsmethoden. Es sollte geprüft werden, inwieweit auch niedrige Ausgangsspannungen und Stromstärken von Betäubungsapparaturen durch eine günstige Platzierung der Betäubungselektroden am Schlachttier ausgeglichen werden können.

Die anschließenden Untersuchungen an Schlachthöfen sollten die Situation der heutigen Praxis der elektrischen Betäubung von Schlachtschweinen, einschließlich ihrer Vorbereitungs-handlungen, beispielhaft aufzeigen und eine Beurteilung ihrer Effektivität im Sinne des Tierschutzes ermöglichen. Gleichzeitig sollte nachgeprüft werden, in welchem konkretisierbaren Umfang eine tierschutzgerecht durchgeführte Betäubung zur Verbesserung der Fleischbeschaffenheit beitragen und somit wirtschaftlich interessante Gesichtspunkte liefern kann, die einen ethisch verantwortbaren und tierartgerechten Umgang mit den Schlachttieren während der Schlachthandlung unterstützen können.

2. Literatur

2.1 Wirkungsweise und Charakter der elektrischen Betäubung

Die physiologische Basis der Bewußtlosigkeit liegt in der Unterbrechung der bestehenden wechselseitigen Beziehungen zwischen der *Formatio reticularis* des Hirnstammes und der Hirnrinde (NIEDERMEYER und LOPES da SILVA, 1982; BIRKMAYER und PILLERI, 1965, zitiert nach MÜLLER, 1970). Funktionsmechanismen, die diesen Zustand auszulösen vermögen, können unterschiedlicher Art sein (LOPES da SILVA, 1983):

Die pharmakologisch eingeleitete Anästhesie erreicht nach MÜLLER (1970) die Störung der beschriebenen Wechselbeziehungen durch die Blockade der Reizübertragung im Bereich der Synapsen. Angenommen wird, daß sich die lipophilen Narkotika in die Membranstrukturen von Neuronen einlagern, über primär physikalische Wechselwirkungen in den Synapsen deren bioelektrisches Verhalten ändern und somit die postsynaptischen Membranen stabilisieren (BÜCH und BÜCH, 1980; WINTERS et al., 1967, zitiert nach KLEMM, 1977).

Abhängig von der Art des gewählten Narkotikums, seiner spezifischen Affinität und seiner Konzentration, kann hierdurch mehr oder weniger selektiv die Reizübertragung von höheren nach niedergeordneten Zentren - unter Überspringen der *Medulla oblongata* - depressiv beeinflusst werden. Hieraus leitet sich die Reihenfolge der reflektorischen Ausfallserscheinungen ab, wobei zuerst die corticalen Reflexe ausbleiben, spinale Reflexe hingegen zuletzt erlöschen (ROOS und KOOPMANS, 1939; ROMIJN, 1955).

Dieser Symptomatik liegt die klassische Einteilung der Narkosestadien - vornehmlich auch die Unterteilung des Toleranzstadiums - zugrunde. Die zur Anwendung kommenden Narkotika unterliegen den aufgestellten Forderungen nach Steuer-

von 25 - 30 Milliampere (direkte Cortexreizung), der zur Einleitung eines Betäubungserfolges essentiell war. Unzureichende Stromstärken führten lediglich zur Paralyse der willkürlichen Muskulatur. Die Fähigkeit zur Schmerzempfindung blieb unbeeinflusst.

Ausgehend von einer Reizapplikation bis zu 2 Sekunden, bei ausreichender Stromstärke, erbrachten längere Betäubungszeiten nur geringfügige Änderungen in den Versuchsergebnissen. Unzureichende Stromstärken konnten durch längere Applikationszeiten nicht ausgeglichen werden.

Der elektrisch induzierte, generalisierte epileptische Anfall gehorcht demnach den Regeln eines Alles- oder Nichts-Effektes (HOENDERKEN, 1978). Während der äußerlich zugeführte Strom die Funktion der auslösenden Noxe hat, laufen die nachfolgenden elektrischen Ereignisse im Gehirn unabhängig davon nach eigenen Gesetzmäßigkeiten ab (MÜLLER, 1970). MÜLLER und ENGELI (1968) bestätigten nach Betäubungsversuchen mit unterschiedlichen Spannungen und Applikationszeiten diesen Effekt.

Überschreitet die Flußzeit des Reizstromes die Zeitdauer, die zur Auslösung eines epileptischen Anfalls notwendig ist, entscheidend, dann wird, bedingt durch Interferenzen des Betäubungsstromes mit den Krampfpotentialen des Gehirns, der typische Ablauf der Symptomkomplexe abgewandelt (KREINDLER, 1965). Bei ausreichender Stromstärke und einer Applikationszeit von 10 - 15 Sekunden erreicht das Gehirn den Zustand einer "zerbombten Stadt" (MÜLLER, 1978), und die Erscheinungsform des epileptischen Anfalls wird in der Weise modifiziert, daß die klonische Phase nicht auftritt und nach Unterbrechung des Betäubungsstromflusses ein Streckkrampf bestehen bleibt (MÜLLER, 1970).

2.2 Die elektrische Feldstärke im Gehirn der Schlachttiere während der elektrischen Betäubung

Neben der Stromstärke und der Stromfrequenz ist die Position der Betäubungselektroden am Schlachttier von Bedeutung. Durch die Platzierung der Elektroden wird eine Stromein- und Stromaustrittsstelle am Organismus festgelegt. Zwischen den Elektrodenauflagestellen bildet sich ein elektrisches Feld aus (REINHARD und v. MICKWITZ, 1968).

Mit der Ermittlung der elektrischen Feldstärke wird eine quantitative Meßgröße unmittelbar an der Stelle bestimmt, an der die Wirkung des Stromes einsetzt. Ausschlaggebend für die Reizung des Gewebes ist jedoch nicht die elektrische Feldstärke, sondern die Stromdichte (g), die nach dem Ohm'schen Gesetz mit der Feldstärke (e) verknüpft ist ($g = k \times e$; k = Konstante). Die elektrische Feldstärke und damit die Stromdichte ist bei einer elektrischen Durchströmung eine reproduzierbare Größe (JACOBSEN, 1973).

In verschiedenen Literaturquellen wurden Feldstärkemessungen an Schweinen bei unterschiedlichen Stromwegen beschrieben. Die Untersuchungsschwerpunkte lagen hierbei in der Ermittlung der elektrischen Feldstärke am Herzen der Tiere und der hieraus resultierenden Beeinflussung der Herz-Kreislauffähigkeit durch den Strom bei Elektrounfällen (REINHARD und v. MICKWITZ, 1968; JACOBSEN, 1973; JACOBSEN et al., 1974) oder aber in der Induktion einer klinisch brauchbaren Elektroanästhesie (v. MICKWITZ und REINHARD, 1966; REINHARD und v. MICKWITZ, 1968). Letztere erhielten bei Durchströmungen des Zwischenhirns günstigste Narkoseergebnisse, wenn die Stromwege zwischen den Augen oder jeweils zwischen Auge und Ohr verliefen.

2.3 Methoden der elektrischen Betäubung

Nach AUGUSTINI (1983) können die in der Bundesrepublik Deutschland zur Anwendung kommenden elektrischen Betäubungsmethoden, in Abhängigkeit von der vorgegebenen Ausgangsspannung der Betäubungsanlagen, wie folgt eingeteilt werden:

- Elektrokoma-Methode, Voltbereich ca. 75 Volt,
Stromflußzeit 15 - 20 Sekunden
- Elektroschock-Methode, Voltbereich ca. 180 Volt,
Stromflußzeit 4-6 Sekunden
- Hochvoltbetäubung, Voltbereich ca. 500 - 700 Volt,
Stromflußzeit 1 - 2 Sekunden

SCHÜTT-ABRAHAM et al. (1983) ordnen Betäubungsanlagen, die eine Stromspannung von 300 Volt liefern, der Hochvoltbetäubung zu. HOENDERKEN (1979) ermittelte für diesen Voltbereich eine geeignete Betäubungszeit von 2 - 3 Sekunden.

Die Applikation des Betäubungsstromes erfolgt bei Betäubungsanlagen mit Spannungen bis zu 350 Volt zum überwiegenenden Teil mit Hilfe von Zweihand-Betäubungszangen. Hierbei wird die Betäubungshandlung in einer Betäubungsbucht ohne besondere Fixation der Schlachttiere ausgeführt (GRÄTZ und DRAWER, 1984).

Die Zangenelektroden dürfen während der Betäubungshandlung nur im Kopfbereich der Schlachttiere angelegt werden. Positionswechsel und Stromunterbrechungen sollen vermieden werden (SCHEPER, 1977; LEACH, 1978; HOENDERKEN, 1978, 1983;). CARDING (1971) gibt als günstigste Elektrodenlage eine Position beidseits des Kopfes knapp unterhalb der Ohren an. MÜLLER und ENGELI (1968) empfehlen, die Zange in der Art anzulegen, daß eine Zangenelektrode hinter, die andere vor den Ohren faßt. HOENDERKEN (1978 a) fand die beste Betäubungswirkung, wenn zumindest eine der Zangenelektroden Kontakt zu einem Auge des Schlachttieres hatte.

Betäubungsspannungen von 400 - 1000 Volt werden in automatischen Hochvoltbetäubungsanlagen mit Restrainer eingesetzt (DRAWER und GRÄTZ, 1984, GRÄTZ und DRAWER, 1984).

2.4 Die Effektivität der elektrischen Betäubung und ihre Beurteilung

Seit der Einführung der elektrischen Betäubung in die Schlachthofpraxis durch MÜLLER und WEINBERGER 1928 (DRAWER, 1984), besteht ein ausgesprochener Mangel an zuverlässigen, praxisnahen Beurteilungskriterien, durch die objektive Aussagen über den Betäubungsgrad der Schlachttiere gemacht werden können (v.MICKWITZ und LEACH, 1977).

Im Mittelpunkt der Diskussion stand die Streitfrage nach der günstigsten Stromspannung, der damit verbundenen Betäubungszeit und dem hieraus resultierenden Reflex- und Krampfverhalten der Schlachttiere (JUNACK, 1933; BLOMQUIST, 1958, 1958 a; GIBKE und GLEES, 1964; MÜLLER und ENGELI, 1968; v.MICKWITZ und LEACH, 1977; GRÄTZ und DRAWER, 1984).

Schon zu Beginn des 20. Jahrhunderts beschrieb ROBINOWITSCH (1906, zitiert nach GUALTIEROTTI et al., 1942) Experimente zur Elektronarkose am Hund und führte den hierbei beobachteten "Sinnesverlust" auf einen Zustand zurück, den er elektrische Epilepsie nannte. Diesem Zustand ging jeweils ein klonischer Krampf voran.

ROOS und KOOPMANS (1939) verneinen jegliche Übereinstimmung zwischen der chemischen Narkose und der elektrischen Betäubung. In Versuchen an Katzen, Ziegen und Schweinen wiesen sie die Unbrauchbarkeit der zur Narkoseüberwachung üblichen Reflexe für die Beurteilung der Betäubungseffektivität bei der elektrischen "Schädeldurchströmung von Schlachttieren" nach. Ebenso warnen sie davor, das Ausbleiben von Reaktionen

auf Schmerzreize als Beweis für eine effektive Schmerzausschaltung zu deuten.

CROFT (1952) und ROMIJN (1955) bestätigen diese Untersuchungsergebnisse. Reflexhemmung und die Unfähigkeit der Reaktion auf Schmerzreize liegen auch bei unzureichenden Stromstärken vornehmlich in der starken Überreizung aller motorischen Ganglienzellen. CROFT (1952) beschreibt diesen Zustand in Anlehnung an die durch das Pfeilgift Curare hervorgerufenen Wirkungen als "elektrische Curarisation".

Dennoch wurden immer wieder, bedingt durch das Fehlen praktikabler Beurteilungskriterien, Reflexverhalten und Ansprechbarkeit auf Schmerzreize von verschiedenen Untersuchern als Hilfsmittel für die Beurteilung der Effektivität der unterschiedlichen Betäubungsmethoden eingesetzt (GUALTIEROTTI et al., 1942; BLOMQUIST, 1958 a; GIBKE und GLEES, 1964; v.MICKWITZ und LEACH, 1977; KRÜGER und HELLNER, 1981; DRAWER und GRÄTZ, 1984).

CROFT (1952) entwickelte im Anschluß an seine im Kapitel 2.1 beschriebenen Versuche am Kaninchen ein Beurteilungsschema, wonach aus dem Verhalten des Tieres nach Beendigung der Betäubungshandlung Rückschlüsse auf die Effektivität gezogen werden konnten. In Anlehnung an die Versuchsergebnisse von CROFT (1952) teilt CARDING (1971) die in typischer Weise beim Schlachtschwein ablaufenden Symptomkomplexe nach erfolgter effektiver elektrischer Stimulation in drei Phasen ein:

- die Hinterläufe sind kräftig ausgestreckt, die Vorderläufe versteift; der Kopf ist rückwärtig abgebogen; die Atmung setzt aus
- nach etwa 10 Sekunden erschlafft das Tier allmählich und führt Laufbewegungen aus, bei Wiedereinsetzen der Atmungstätigkeit
- ungefähr 60 Sekunden nach Beginn der Betäubungshandlung erwacht das Tier aus der Bewußtlosigkeit, bleibt jedoch für weitere 30 Sekunden gelähmt.

Wesentlich ist die beobachtete Extension der Hintergliedmaßen in der ersten Phase. Sie ist das einzig sichere Zeichen, daß ein Bewußtseinsverlust eingetreten ist.

HOENDERKEN (1978) führt den Zeitfaktor als wesentliches Beurteilungskriterium für die Effektivität des Betäubungserfolges ein und definiert als effektive elektrische Betäubung von Schlachtschweinen eine solche Betäubungswirkung, die in der Lage ist, innerhalb von einer Sekunde einen generalisierten epileptischen Anfall auszulösen.

In umfangreichen Untersuchungen, sowohl unter standardisierten Versuchsbedingungen als auch im routinemäßigen praktischen Arbeitsablauf ermittelte er unter Kontrolle des Elektroencephalogramms und des Elektrokardiogramms die Betäubungswirkung, die notwendig ist, seine aufgestellte Forderung zu erfüllen. Die wichtigsten Schlußfolgerungen waren:

- der entscheidende Faktor zur Auslösung einer effektiven Betäubungswirkung ist die Stromstärke
- Einfluß auf die im Gehirn wirksam werdende Stromstärke haben:
 - a) die zur Verfügung stehende Spannung der Betäubungsapparatur
 - b) die Position der Elektroden während der Betäubungshandlung
 - c) der individuelle Widerstand des Schweines
 - d) der Zustand der Haut
 - e) die Betäubungszeit
- um eine effektive elektrische Betäubung bei allen Schlachtschweinen zu gewährleisten, muß die Stromstärke innerhalb einer Sekunde nach Beginn der Betäubung mindestens 1,25 Ampere erreichen; hierzu sind mindestens 240 Volt notwendig und die Elektroden müssen zumindest in der Position Nacken/Nacken angelegt sein (HOENDERKEN, 1979)
- bei der Verwendung einer Betäubungszange ist unter Praxisbedingungen eine Spannung von 300 Volt notwendig, um die geforderte Stromstärke zu erreichen; damit ist eine für

mindestens 30 Sekunden anhaltende effektive Betäubungswirkung gewährleistet.

SCHÜTT-ABRAHAM et al. (1983) bestätigen diese aufgeführten Untersuchungsergebnisse. Auch bei optimaler Lage der Zangen-
elektroden und einer Applikationszeit von 10 Sekunden, führ-
ten Betäubungsversuche mit einer konventionellen Niedervolt-
anlage nur bei 50 % der Tiere zu einem epileptiformen An-
fall.

2.5 Behandlungsweisen von Schlachtschweinen vor der elek- trischen Betäubung

2.5.1 Aufstallungsdauer am Schlachthof

Zeitangaben für eine optimale Ausruhezeit am Schlachthof
sind abhängig von der Belastungsintensität während des
vorausgegangenen Transportes und von den Aufstellungsbedin-
gungen am Schlachthof (AUGUSTINI, 1983). Der günstigste
Kompromiß liegt bei einer Wartezeit von zwei Stunden
(FISCHER, 1984).

2.5.2 Aufstellungsbedingungen am Schlachthof

Berücksichtigt man bei der Aufstellung von Schlachtschweinen
hinsichtlich ihres Ruheverhaltens ethologische Gesichtspunkte, so sind erforderlich:

- lange rechteckige Wartebuchten mit geschlossenen Seitenwänden
- niedrige Belegungsdichte
- abgedunkelte Beleuchtung (AUGUSTINI, 1983; FISCHER, 1984)
- und die Zusammenlegung gruppenvertrauter Tiere von annähernd gleicher Gewichtsklasse (v. MICKWITZ, 1977).

Günstig auf das Verhalten der Tiere wirkt zudem eine Wasser-
vernebelung. Der Sedationseffekt dieser Maßnahme verringert

das Auftreten von Rangordnungskämpfen und Beißereien. Zusätzlich wird als positive Nebenwirkung der Ammoniakgeruch in den Stallungen reduziert (CORSTIAENSEN et al., 1977; SMULDERS et al., 1983).

2.5.3 Treiben und Leiten von Schlachtschweinen

Ein tierartgerecht eingerichteter Treibgang eines modernen Schlachthofes soll nach von MICKWITZ (1977, 1980) folgende Konstruktionsmerkmale berücksichtigen: rutschfester, sich grabenförmig verengender Bodengang mit leicht ansteigender Neigung; Fallklappen, die ein Zurückweichen der Tiere verhindern; Ausleuchten des Treibganges in Laufrichtung der Tiere.

Seitlich zu den Wartebuchten geschlossene Treibgänge verringern das Auftreten von Panikreaktionen der Schlachttiere (AUGUSTINI, 1983). Sollen die Tiere vereinzelt einem Restraainer zugeführt werden, empfiehlt HOENDERKEN (1976) einen sich treppenförmig, über drei rechtwinklige Stufen verengenden Treibgang mit geeignet dimensionierten Abmessungen (siehe Abb. 1).

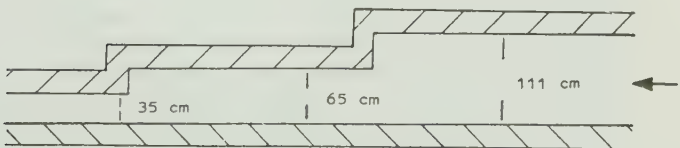


Abb. 1 : Vereinzelungstreibgang nach HOENDERKEN (1976); der Pfeil gibt die Treibrichtung an

Das Treiben und Leiten von Schlachtschweinen geschieht in tiergerechter Weise, wenn kleine Gruppen (5 - 6 Tiere) in einer der Gangart des Schweines angepaßten Geschwindigkeit geführt werden. Als Leithilfe eignen sich handliche Holzgatter (von MICKWITZ, 1980). Die Anwendung von elektrischen Reizgeräten als Treibhilfe ist nur dann zulässig, wenn die Tiere eine Möglichkeit haben, dem Treibstab auszuweichen (von MICKWITZ, 1977 a). Schwerste Erregungszustände treten auf, wenn in einer Schweinegruppe die hintersten Tiere elektrisiert werden und keine Möglichkeit haben, vorwärts zu laufen (GRAUVOGEL, 1977).

2.5.4 Umgang mit den Schlachttieren in der Betäubungsbucht

Nach von MICKWITZ (1983) liegt ein Hauptproblem der elektrischen Handbetäubungsmethoden in der unzureichenden Fixation der Tiere und der damit verbundenen unkorrekten Platzierung der Betäubungszange. Großflächige Buchten führen, abhängig von der Belegungsdichte, zu einer unsachgemäßen Anwendung der Betäubungszange als Treibhilfe (SCHÜTT-ABRAHAM et al., 1983). Wird die Zange als Treibhilfe benutzt, so ist dies ein tierschutzrelevanter Sachverhalt, weil damit eine Betäubungswirkung nicht gegeben ist und die Tiere bei vollem Bewußtsein eine elektrische Durchströmung erfahren. SCHÜTT-ABRAHAM et al. (1983) beschreiben die Situation, daß am Rücken oder Schinken getroffene Tiere lautschreiend zusammenbrachen und meist nicht mehr imstande waren, sich zu erheben. Auch BLOMQUIST (1958 a) beobachtete nach Anwendung einer Niederspannungsbetäubung schreiendes Aufspringen und Fluchtreaktionen von Schlachtschweinen, die vorzeitig aus dem Griff der Elektroden gegliitten waren. Diese Unzulänglichkeiten können durch die Verwendung eines Restrainers ausgeschaltet werden (van der WAL et al., 1975). Bei Hochvoltanlagen, die mit Betäubungsspannungen von 500 bis 1000 Volt betrieben werden, ist der Einsatz eines Restrainers schon aus Sicherheitsgründen für das Personal verpflichtend (AUGUSTINI, 1983).

2.6 Der Einfluß unterschiedlicher elektrischer Betäubungsmethoden sowie ihrer Anwendungsvariationen auf die Fleischqualität

Fleischbeschaffenheitsmängel, die mit der Anwendung von elektrischen Betäubungsmethoden in Zusammenhang gebracht werden, sind vornehmlich durch die Ausbildung von blassem, wäßrigen Fleisch und dem Vorkommen von multiplen Muskelblutungen charakterisiert (van der WAL, 1973; WARRINGTON, 1974). Diese Erscheinungsformen entstehen durch die Belastung stressempfindlicher Schweine vor und während des Betäubungsvorganges (van der WAL, 1978; AUGUSTINI, 1983).

Kennzeichnend für das blasse und wäßrige PSE-Fleisch ist eine extrem rasche Absenkung des pH-Wertes unmittelbar nach der Schlachtung, die mit der gleichzeitig noch im Schlachtkörper bestehenden hohen Temperatur zu einer partiellen Denaturierung von Sarkoplasma- und Myofibrillenproteinen (Farbverlust) und einer Veränderung der Muskelzellmembranen (Wasserverlust) führt (HONIKEL und KIM, 1985).

Multiple Muskelblutungen erscheinen als punkt- oder streifenförmige Blutflecken im Muskelgewebe; ihre Abmessungen können von Stecknadelkopfgröße bis zu flächigen Blutungen von ca. 1,5 cm Durchmesser variieren (van der WAL, 1973).

Blutungsneigung und pH-Verhalten werden nach van der WAL (1972, 1978) entscheidend durch die Ausschüttung von Catecholaminen, Indikatoren des Grades der Streßeinwirkung, bestimmt. Die erhöhte Bereitstellung von Catecholaminen führt über eine Beschleunigung der Glykolyse zu einem raschen pH-Wert-Abfall. Die weitere Folge einer steigenden Catecholaminkonzentration ist eine Erhöhung des Blutdruckes sowie eine Beschleunigung der fibrinolytischen Aktivität.

Gleichsam bewirken die bei der elektrischen Betäubung auftretenden starken Muskelkontraktionen neben einer Blutdruckerhöhung (van der WAL, 1973) eine Beschleunigung

des Verbrauchs an energiereichen Phosphaten. Gemeinsam mit der Unterbrechung der Atmungstätigkeit bedingen sie einen überwiegend anaeroben Kohlenhydratstoffwechsel, der schließlich zu einem Anstieg der Laktat- und Wasserstoffionenbildung und somit zu einer Übersäuerung des Muskelgewebes führt (MC LAUGHLIN, 1971; zitiert nach ROTHFUß et al., 1984; AUGUSTINI, 1983).

Durch eine Verkürzung der Stromflußzeit während der elektrischen Betäubung, sowie durch eine Verkürzung des Intervalls zwischen der Beendigung der Betäubungshandlung und des Stechens, können sowohl die pH-Abfall-Rate als auch die Blutungshäufigkeit reduziert werden (SCHEPER, 1977; van der WAL, 1978).

Die Verringerung der Betäubungszeit erfordert eine höhere Betäubungsspannung mit hieraus resultierender höherer Stromstärke, um eine effektive Betäubung der Schlachttiere zu gewährleisten (HOENDERKEN, 1978).

Die als Folge hoher Betäubungsstromstärken kurzfristig verstärkten heftigen Muskelkontraktionen führen bei der Ausführung der Betäubungshandlung in Betäubungsbuchten (freilaufende Tiere werden aus der Gruppe mit der Zange herausgegriffen) vermehrt zu Schulterblatt- und Wirbelsäulenfrakturen. Durch die Verwendung eines "Restrainers" (V-förmig angeordnetes Förderband zur Fixation und Beförderung der Tiere) treten bei Schlachtschweinen, die elektrisch betäubt wurden, diese Befunde nicht auf (van der WAL et al., 1975a).

3. Eigene Untersuchungen Teil I:

Untersuchungen zur elektrischen Feldstärkebestimmung im Gehirn von Schlachtschweinen während der elektrischen Betäubung

3.1 Problemstellung

Aus der dargestellten Literaturübersicht geht hervor, daß zur Einleitung einer effektiven Betäubung die Stromstärke der wesentliche Faktor ist.

Entscheidend ist hierbei die Stromstärke, die tatsächlich durch das Gehirn der Schlachttiere fließt. Dies wird erkenntlich aus den Befunden, die zeigen, daß sowohl die Arbeitsspannung der Betäubungsapparaturen als auch die Hautbeschaffenheit und die Elektrodenposition der Betäubungszangen - letztere tragen zum Widerstandswert des Schlachttieres bei - die Betäubungseffektivität beeinflussen.

In den nachfolgend beschriebenen Versuchen sollte geprüft werden, in welcher Größenordnung sich die Feldstärke, abhängig von diesen drei Variablen, im Gehirn der Schlachttiere manifestiert. Die Feldstärkebestimmung wird wegen der günstigeren technischen Durchführbarkeit der Stromstärkemessung vorgezogen. Da die Spannung, die an definierten Punkten am Gehirn anliegt, proportional zur Feldstärke ist, wird dieser Wert (V_g) als Vergleichsgröße festgelegt. Nach dem Ohm'schen Gesetz können aus den gemessenen Spannungswerten Rückschlüsse auf die Stromstärke gezogen werden.

3.2 Methodik

3.2.1 Versuchstiere

Die Untersuchungen wurden an neun transporttoten Schlachtschweinen am Schlachthof Spandau, Berlin, durchgeführt. Die Tiere gehörten der Deutschen Landrasse an und wogen zwischen 90 und 110 kg. Die Todesursache war akutes Kreislaufversagen nach übermäßiger Transport- oder Aufstallungsbelastung. Der Eintritt des Todes lag zum Untersuchungszeitpunkt im günstigsten Fall 1,5, im ungünstigsten Fall 5,5 Stunden zurück, die Körpertemperatur variierte zwischen 22 und 35 Grad Celsius.

3.2.2 Elektroden und Implantationstechnik

a) Elektroden

Als Meßelektroden wurden variable Systeme benutzt, die sich im einzelnen aus folgenden Bestandteilen zusammensetzten:

- ein rostfreier Edelstahlstift (Durchmesser 2mm) mit einer Länge von ca. 7 cm
- ein geschlossener Nageldübel (5/25 mm, Herst. Tox); der kompakte untere Anteil des Dübels wurde durchbohrt (Durchmesser 1,9 mm)
- ein aufschraubbarer Polstecker
- ein Isolierschlauch (Durchmesser 2mm)
- eine Polyester-Gießharzisolierung (Relopal GK, Fa. Reif, Lörrach).

Der schematische Aufbau einer Elektrode ist in Abb.2 dargestellt.

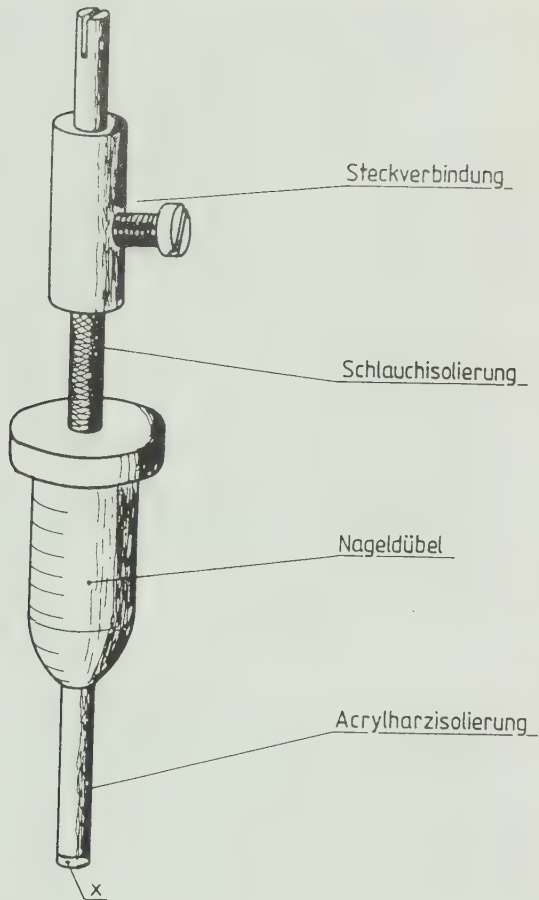


Abb. 2 : Aufbau der Elektrode für die Messung der am Gehirn auftretenden Spannungen während der elektrischen Betäubung. Das X zeigt das isolationsfreie Meßende an.

b) Implantationstechnik

Die Elektroden wurden in Anlehnung an die von HOENDERKEN (1978) verwendeten Implantationsstellen eingesetzt. Hierzu wurde die Kopfhaut im Lauf einer Parallelen ca. 0,5 cm unterhalb der Verbindungslinie der beiden lateralen Augenwinkel, sowie in der Sagittallinie über eine Strecke von jeweils ca. 8 cm durchtrennt. Die so entstandenen Dreieckslappen wurden freipräpariert, die freien Winkel mit einem Fadenende durchzogen und beidseits zu den Ohren ausgebunden. Als Implantationsstellen wurden drei Punkte bestimmt, wobei:

- Punkt 1 den Schnittpunkt der Verbindungslinie der lateralen Augenwinkel mit einer 1,5 cm lateral der Sagittallinie verlaufenden Parallele bildete
- Punkt 2 auf der angegebenen Parallelen 3 cm caudal von Punkt 1
- Punkt 3 spiegelverkehrt zu Punkt 2 mit der Sagittallinie als Symmetrieachse lag (siehe Abb. 3).

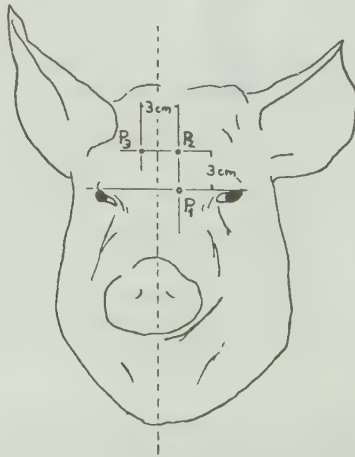


Abb. 3 : Lokalisation der Elektrodenimplantationsstellen (P_1 , P_2 , P_3)

Mit einer Handbohrmaschine wurde der Schädelknochen bis zu einer Tiefe von 2 cm aufgebohrt (Durchmesser 5 mm). Der persistierende Rest wurde mit einem Bohrer von 2 mm unter Schonung der Dura mater perforiert.

Nach Vermessung der gesamten Bohrstrecke einschließlich der verbleibenden Distanz zur Dura mater, wurde der Stahlstift soweit durch die Bohrung des Dübels getrieben, daß die ermittelte Meßstrecke mit dem Abstand Stiftspitze/Dübelkranzunterende übereinstimmte. Das untere freistehende Ende des Stahlstiftes wurde anschließend in die isolierende Polyesterharzlösung eingetaucht. Das den Dübelkranz überragende Teilstück des Stahlstiftes wurde auf die für die Befestigung des Steckers notwendige Länge gekürzt, ein Isolierschlauch über das bleibende Reststück aufgeschoben und der Stecker aufgeschraubt. Nach Entfernung der angetrockneten Polyesterharzisolierung an der Elektrodenspitze wurde die Elektrode in das betreffende Bohrloch eingesetzt und mit Hilfe eines Hohlmeißels durch leichte Hammerschläge bis zur Dichtigkeit Schädeldach/ Dübelkranz eingetrieben. Hierdurch war eine ausreichende Festigkeit des Elektrodensitzes gegeben, die auch durch Manipulation am Versuchstier unbeeinflusst blieb.

Daraufhin wurden die Hautlappen in Höhe der den Implantationspunkten korrespondierenden Stellen mit entsprechenden Aussparungen versehen, in ihre Ausgangsposition zurückgeklappt und mit den bestehenden Fadenenden um die Rüsselspitze fixiert (Abb. 4).

3.2.3 Betäubungsapparaturen

Zur Durchführung der Untersuchungsreihen wurden zwei Betäubungsgeräte mit unterschiedlichen Spannungsbereichen eingesetzt:

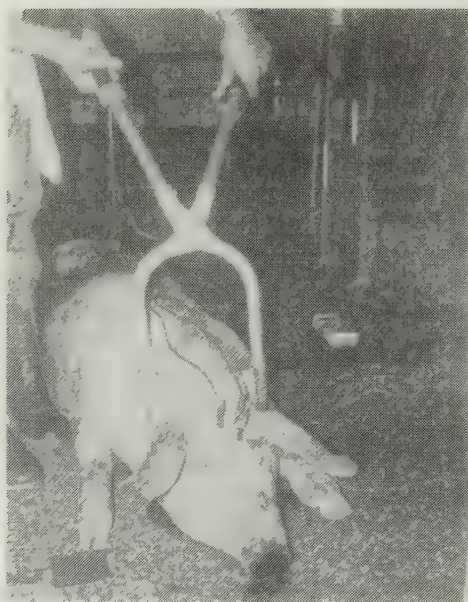


Abb. 4 : Versuchstier nach Abschluß der Vorbereitungshandlungen. Die Zange ist in der Untersuchungsposition Nacken-Nacken angelegt.

- eine am Schlachthof installierte 90 Volt leistende Betäubungsanlage (Fa. Schermer, Ettlingen) mit zugehöriger Schermer-Zange (Typ Z 3), in deren Handgriff ein Druckschalter eingebaut war, durch dessen Betätigung die Betäubungsspannung auf die Elektroden gelangen konnte;
- eine Hochvoltbetäubungsanlage (Fa. Nijhuis, Winterswijk-Nl), die zum Zeitpunkt der Untersuchungen auf 300 Volt eingestellt war; die hierzu gehörende Zange war ebenfalls mit einem Druckschalter ausgestattet, der Betäubungsstrom wurde jedoch auch nach Schalterbetätigung erst freigegeben, nachdem mit Hilfe einer Prüfspannung ein Widerstand kleiner als 2000 Ohm zwischen den Elektroden registriert wurde.

3.2.4 Registriertechnik und Versuchsdurchführung

Die Betäubungsspannungen der verwendeten Betäubungsgeräte wurden jeweils vor Beginn der einzelnen Untersuchungsreihen an den Zangenelektroden gemessen. Die unmittelbare Registrierung der Spannungen während der Versuchsdurchführung konnte nicht erfolgen, da ein Gerät fest installiert war und gleichzeitig die Geräte aus sicherheitstechnischen Gründen nicht manipuliert werden durften. Die Meßdaten an den Betäubungsgeräten wurden mit dem im Kapitel 4.2.2.1.2 beschriebenen Gerät aufgenommen. Die Abstände und Positionen der Meßelektroden wurden im Kapitel 3.2.2 aufgeführt. Die Messung der am Gehirn anliegenden Spannungen erfolgte mit Hilfe eines handelsüblichen Multimeters (Typ 8020 A, Herstel. FLUKE/NL).

Das Schema der Registriertechnik ist in Abb. 5 wiedergegeben.

Bei den Betäubungsversuchen zwischen den Positionen

Auge/Auge	:	A-A
Auge/Ohr	:	A-O
Ohr/Ohr	:	O-O
Nacken/Nacken	:	N-N
Brust/Brust	:	B-B
Flanke/Flanke	:	F-F

wurden die am Gehirn anliegenden Spannungen zwischen den Meßpunkten P_2 und P_3 aufgenommen. Bei den Betäubungsversuchen zwischen den Positionen:

Stirnbereich/Kehle	:	S-K
Nacken/Halsunterseite	:	N-H
Flanke-Unterbauch/Rücken	:	F-R

wurden die Meßpunkte P_1 und P_2 benutzt.

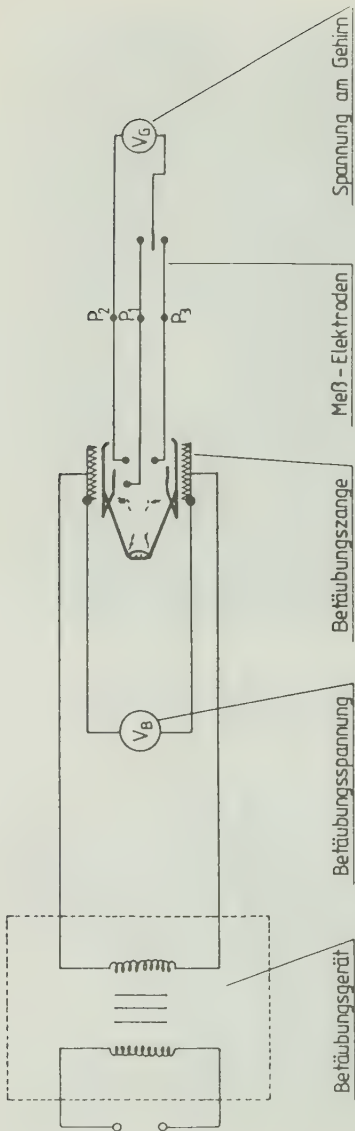


Abb. 5 : Schematische Darstellung des Versuchsaufbaues bei den experimentellen Untersuchungen zur Feldstärkebestimmung am Gehirn der Schlachttiere während der elektrischen Betäubung

Im ersten Fall verläuft der Betäubungsstrom in laterolateraler Richtung. Die Meßelektroden 2 und 3 liegen somit auf dieser Linie. Im zweiten Fall verläuft der Betäubungsstrom in dorsoventraler Richtung. Die Ausrichtung der Meßelektroden ist dieser Lage angepaßt. In beiden Fällen liegen die Meßelektroden parallel zur Stromrichtung. Bei einer Anordnung der Elektroden senkrecht zur Stromrichtung können keine Spannungen gemessen werden.

Die Einzelmessungen wurden im Abstand von 5 Minuten vorgenommen, um chemische und physikalische Veränderungen, hervorgerufen durch den Betäubungsstrom zu reduzieren. Die Spannungen am Gehirn wurden jeweils exakt 5 Sekunden nach Einschalten des Betäubungsstromes registriert.

Nach Abschluß der Versuchsreihen am trockenen Tierkörper wurde dieser abgeduscht, auf eine isolierende Gummimatte gezogen und erneut unter den angegebenen Bedingungen untersucht. Abhängig vom Verschmutzungsgrad - Schlachtschweine, die frühzeitig verendet, für längere Zeit zwischen den Buchtgenossen auf dem Transportfahrzeug oder in der Wartebucht gelegen hatten, zeigten starke Verunreinigungen - wurden 5 der 9 Versuchstiere vor Beginn der Versuchsdurchführung abgeduscht und gesäubert. Bei diesen Tieren konnten die geplanten Messungen bei trockenem Hautzustand nicht vorgenommen werden.

3.3 Ergebnisse

3.3.1 Die Gehirnfeldstärke während der elektrischen Betäubung

Die am Gehirn anliegende Spannung (V_g) wurde sowohl durch die Lage der Betäubungselektroden als auch durch die Betäubungsspannung der Geräte beeinflusst (Tab. 1 u. 2).

Bei einer Ausgangsspannung von 87,5 Volt lagen die ermittelten Werte - abhängig von der jeweiligen Elektrodenposition - zwischen 3,23 Volt ($s_x = 0,83$ Volt) und 0,66 Volt ($s_x = 0,27$ Volt), bei einer Betäubungsspannung von 300 Volt zwischen 14,30 Volt ($s_x = 2,56$ Volt) und 1,42 Volt ($s_x = 0,58$ Volt). Innerhalb der 300 Volt-Untersuchungsreihen waren höhere individuelle Unterschiede zu verzeichnen als in den 87,5 Volt-Reihen. Der Hautzustand hatte in Versuchsreihen, die mit Hilfe der Niedervoltanlage durchgeführt wurden, geringgradige Auswirkungen auf die gemessenen Spannungswerte. Die mittleren Werte lagen bei abgeduschten Tieren höher als bei Tieren mit trockener Haut. Innerhalb der 300 Volt-Untersuchungsreihen hatte dieser Effekt einen vergleichbaren, wenn auch weniger ausgeprägten Einfluß (Abb. 6).

Die Ergebniswerte für die Positionen Brust/Brust, Flanke/Flanke und Rücken/Flanke erreichten häufig nicht den vorher festgesetzten Mindestwert von 0,01 Volt, so daß auf ihre zusammenfassende Darstellung verzichtet wurde. Die Auflistung der Einzelwerte erfolgt in den Anhangstabellen 1 - 9.

3.3.2 Die Feldstärke im Gehirn der Schlachttiere als prozentualer Anteil der Ausgangsspannung

Bei den Versuchen mit der Niedervoltbetäubungsanlage lagen die gemessenen Spannungswerte im Bereich von 3,70 % ($s_x = 0,94$) bis 0,66 % ($s_x = 0,27$) von der eingesetzten Ausgangs-

		87,5 V										naß			
		trocken													
E.P.	n	Vg		%		Y/A-O		Vg		%		Y/A-O			
		$\bar{x}$	s_x	$\bar{x}$	s_x	$\bar{x}$	s_x	$\bar{x}$	s_x	$\bar{x}$	s_x	$\bar{x}$	s_x	$\bar{x}$	s_x
A-O	4	2.73	0.34	3.12	0.39	1.00	0.00	3.23	0.83	3.70	0.94	1.00	0.00		
A-A	4	2.94	0.82	3.36	0.94	1.08	0.31	3.09	0.84	3.54	0.96	0.95	0.12		
O-O	4	2.14	0.33	2.47	0.37	0.79	0.12	2.56	0.57	2.90	0.67	0.80	0.09		
S-K	4	1.41	0.37	1.61	0.42	0.51	0.08	1.57	0.47	1.80	0.54	0.48	0.09		
N-N	4	1.09	0.51	1.22	0.61	0.40	0.16	1.19	0.47	1.36	0.53	0.36	0.09		
N-H	4	0.60	0.24	0.66	0.27	0.22	0.08	0.63	0.22	0.74	0.24	0.20	0.06		

Tab. 1 : Die im Gehirn auftretenden Spannungen (Vg in Volt) in Abhängigkeit von der Elektrodenposition vergleichend an trockener und befeuchteter Haut bei einer Ausgangsspannung von 87,5 Volt; weiterhin sind die sich hieraus ergebenden prozentualen Anteile der gemessenen Spannungen bezüglich der Ausgangsspannung (%) und die Proportionalität der Positionen (Y/A-O) angegeben.

Bei der Niedervoltbetäubung bedingt die nasse Hautbeschaffenheit eine bessere Überleitungs-fähigkeit. Bei fehlerhaften Elektrodenpositionen (S-K, N-N, N-H) ist die Spannung im Gehirn in Relation zur Position Auge-Ohr um meist mehr als 50 % reduziert

300 V										naß			
trocken													
E.P.	n	Vg		%		Y/A-O		Vg		%		Y/A-O	
		$\bar{x}$	s_x	$\bar{x}$	s_x	$\bar{x}$	s_x	$\bar{x}$	s_x	$\bar{x}$	s_x	$\bar{x}$	s_x
A-O	4	14.15	2.67	4.71	0.89	1.00	0.00	9	14.30	2.56	4.77	0.85	1.00
A-A	4	9.32	2.13	3.11	0.71	0.66	0.08	9	9.68	2.83	3.23	0.84	0.68
O-O	4	11.81	2.62	3.94	0.88	0.84	0.08	9	12.20	2.26	4.07	0.75	0.86
S-K	4	4.77	0.52	1.59	0.17	0.34	0.03	9	5.56	1.81	1.85	0.60	0.38
N-N	4	5.48	1.65	1.83	0.55	0.39	0.10	9	5.25	2.17	1.75	0.72	0.37
N-H	4	1.42	0.58	0.48	0.19	0.10	0.03	9	1.56	0.48	0.52	0.16	0.11

Tab. 2 : Die im Gehirn auftretenden Spannungen (Vg in Volt) in Abhängigkeit von der Elektrodenposition vergleichend an trockener und befeuchteter Haut bei einer Ausgangsspannung von 300 Volt; weiterhin sind die sich hieraus ergebenden prozentualen Anteile der gemessenen Spannungen bezüglich der Ausgangsspannung (%) und die Proportionalität der Positionen (Y/A-O) angegeben.

Bei den Hochvoltbetäubungsversuchen fallen die Werte der fehlerhaften Elektrodenpositionen (S-K, N-N, N-H) noch deutlicher gegenüber den günstigen Positionen (A-O, A-A, O-O) ab als dies für die Niedervoltbetäubungen festgestellt wurde. Dennoch erreichen bis auf die Position Nacken-Halsunterseite alle Elektrodenlagen deutlich höhere durchschnittliche Spannungswerte im Gehirn als selbst günstigste Positionen aus den Niedervoltuntersuchungsreihen

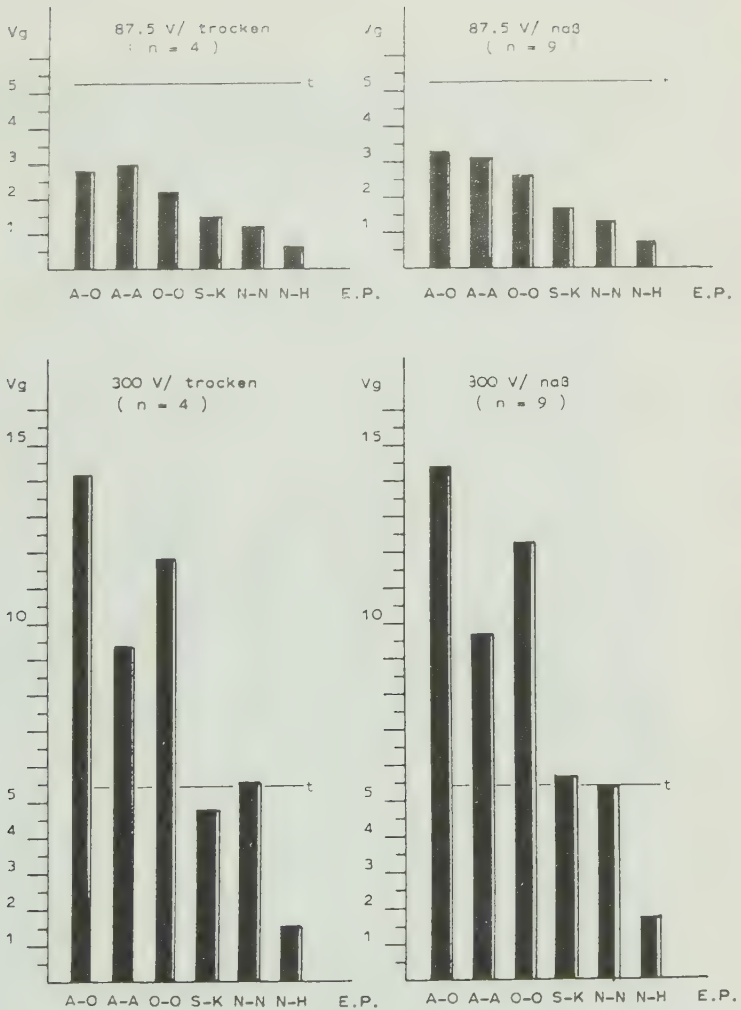


Abb. 6 : Die während der elektrischen Betäubung durchschnittlich im Gehirn auftretenden Spannungen (Vg in Volt) in Abhängigkeit von der Elektrodenposition, der Hautbeschaffenheit und der Ausgangsspannung (t-Linie = Schwellenwert in Anlehnung an HOENDERKEN, 1978)

spannung, jeweils abhängig von der angewandten Elektrodenplatzierung. Bei der Hochvoltbetäubungsanlage erstreckte sich der prozentuale Anteil über den Bereich von 4,77 % ($s_x = 0,85$) bis 0,48 % ($s_x = 0,19$) (Tab. 1 u. 2).

3.3.3 Der Einfluß der angewandten Elektrodenpositionen in Relation zu einer als optimal erfaßten Position Auge/Ohr

Zur Darstellung der Verhältnisswerte der Elektrodenpositionen untereinander, d.h. ihrer Auswirkungen auf die Höhe der gemessenen Spannungswerte, wurde der für die Position Auge/Ohr ermittelte Spannungswert als Referenzwert (A-O) der jeweiligen Meßreihe eingesetzt. Die Meßwerte der übrigen Positionen (Y) wurden durch diesen Referenzwert dividiert.

Die Meßreihen, die durch die Anwendung der Niedervoltmethode ermittelt wurden, ergaben hierbei für die Positionen Auge/Ohr und Auge/Auge mittlere Werte von 1,08 ($s_x = 0,31$) bis 0,95 ($s_x = 0,12$). Die Position Ohr/Ohr nimmt mit Werten von 0,79 ($s_x = 0,12$) bis 0,80 ($s_x = 0,09$) eine Zwischenstellung ein, während die Werte für die Elektrodenplatzierung Stirnbereich/Kehle, Nacken/Nacken und Nacken/Halsunterseite mit Werten von 0,51 ($s_x = 0,08$) bis 0,20 ($s_x = 0,06$) deutlich abfallen (Tab. 1 u. 2).

In den mit Hilfe der Hochvoltmethode erstellten Untersuchungsreihen zeichnet sich ein ähnliches Profil ab. Abweichungen davon betreffen die Positionen Auge/Auge, Stirnbereich/Kehle und Nacken/Halsunterseite (Abb. 7). Ursache hierfür war die verhältnismäßig große Distanz, welche die Elektroden der Hochvoltbetäubungszange auch bei maximal geschlossenen Zangenschenkeln aufwies (Niedervoltzange: 1,7 cm, Hochvoltzange: 12 cm; siehe Abb. 9, S. 42). In der Abb. 8 ist die Gesamtübersicht der Gruppenwerte zusammenfassend für beide Methoden dargestellt.

Bezogen auf die durch die Position Auge/Ohr am Gehirn der

Schlachttiere ermittelten Spannungswerte ist die Überleitungsfähigkeit der Positionen Nacken/Nacken und Stirnbereich/Kehle um mehr als 50 % reduziert.

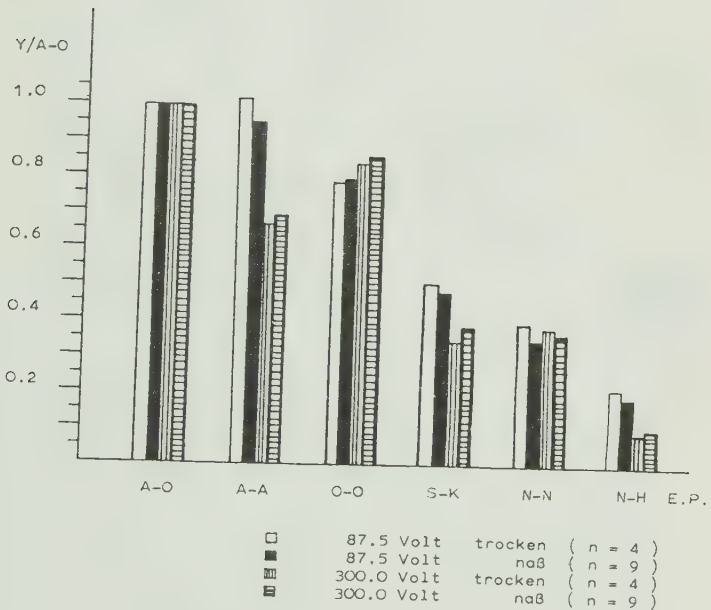


Abb. 7 : Durchschnittliche Proportionalitätswerte (Y/A-O) der untersuchten Elektrodenpositionen (E.P.) unter wechselnden Vorbedingungen (Ausgangsspannung, Hautzustand)

Die für die jeweiligen Untersuchungsreihen ermittelten Proportionalitätswerte (Spannungswert der betreffenden Position in Relation zum Wert Auge/Ohr der jeweiligen Reihe) ergeben trotz unterschiedlicher Vorbedingungen nahezu konstante Verhältnisse zueinander. Stärkere Abweichungen besonders die Position Auge/Auge betreffend sind bedingt durch die unterschiedliche Zangenkonstruktion

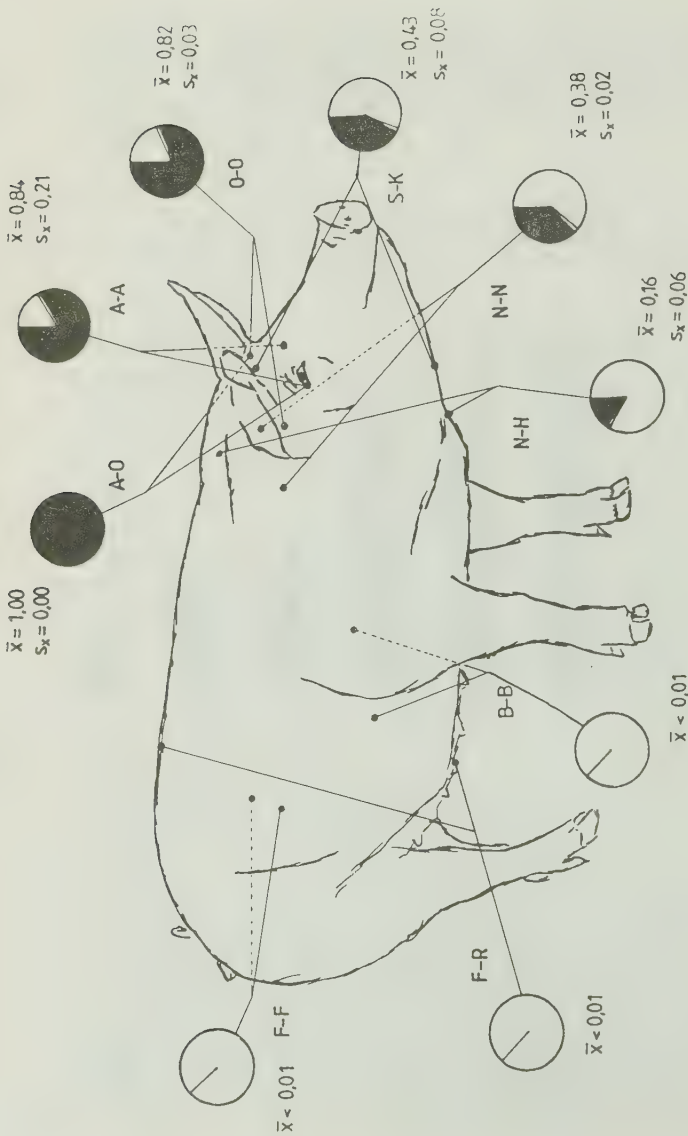


Abb. 8 : Einfluß der Elektrodenpositionen auf die Überleitungsfähigkeit der Betäubungsspannung auf das Gehirn von Schlachtschweinen. In der Zusammenfassung aller Einzelversuche ($n = 26$) an trockener und befeuchteter Haut, bei Betäubungsversuchen mit 87,5 - und 300 Volt Ausgangsspannung, stellen weiße Kreisausschnitte den durchschnittlichen Übertragungsverlust bezüglich der als optimal angesehenen Position Auge-Ohr dar.

3.4 Diskussion

3.4.1 Die Gehirnfeldstärke während der elektrischen Betäubung

Die Höhe der am Gehirn anliegenden Spannung während der Betäubungsversuche war in hohem Maße abhängig von der Ausgangsspannung und von der Lokalisation der Betäubungselektroden.

Trotz einer weitgehenden Standardisierung in der Versuchsausführung:

- die Betäubungsversuche wurden jeweils von der gleichen Person ausgeführt
- der Zangenschluß wurde mit jeweils möglichst gleichbleibender Kraft vorgenommen
- die einzelnen Elektrodenpositionen wurden jeweils in möglichst gleichbleibender Stellung eingenommen

kam es zu erheblichen individuellen Unterschieden in den registrierten Spannungswerten. Auch für Stromstärkewerte sind ähnliche Differenzen beschrieben worden (HOENDERKEN, 1978; SCHÜTT, 1982).

In der vorliegenden Untersuchung können diese Schwankungen zum Teil durch die unterschiedlichen Körpergewichte der Versuchstiere erklärt werden. In erster Linie dürften jedoch die unterschiedlichen Todeszeiten und die Lage der jeweiligen Tiere nach Todeseintritt - damit verbunden die Lokalisation der Hypostasen - für die Differenzen verantwortlich sein.

Die starken Schwankungen treten auffälligerweise vornehmlich bei den günstig gelegenen Elektrodenplazierungen Auge/Auge, Auge/Ohr und Ohr/Ohr auf. Sie stabilisieren sich mit Zunahme der Distanz zwischen Elektrodenpositionen und Gehirn.

Dieser Befund könnte dadurch erklärt werden, daß sich bei günstigen Widerstandsverhältnissen geringgradige Unregelmäßigkeiten in der Versuchsausführung stärker auf die Feldstärke auswirken als bei wachsenden Widerständen, die dann eine stärkere Ausnivellierung der Unterschiede bewirken.

Die größere Varianz der Meßergebnisse innerhalb der 300 Volt-Untersuchungsreihen gegenüber der 87,5 Volt-Untersuchungsreihen begründet sich durch die unterschiedliche Funktionsweise der Betäubungsgeräte. Während der Betäubungsstrom bei der Niedervoltanlage unmittelbar nach Betätigung des Druckschalters im Zangengriff auf die Betäubungselektroden gelangte, wurde er bei der Hochvoltanlage erst dann freigegeben, nachdem mit Hilfe einer Prüfspannung ein Widerstandswert von weniger als 2000 Ohm zwischen den Betäubungselektroden registriert werden konnte. Geringgradiges Nachlassen im Zangendruck oder leichte Veränderungen der eingenommenen Zangenposition während der Betäubungshandlung führten nicht selten zu einer Widerstandserhöhung, die den angegebenen Wert überschritt. Dies hatte zur Folge, daß der Stromfluß kurzzeitig unterbrochen wurde und sich erst nach Korrektur der Unregelmäßigkeiten erneut zuschaltete.

Legt man die errechneten Mittelwerte der Versuchreihen zugrunde und bezieht diese auf die von HOENDERKEN (1978) aufgestellten Forderungen zur Auslösung einer effektiven elektrischen Betäubung unter Praxisbedingungen - 300 Volt Betäubungsspannung, Elektrodenposition nicht ungünstiger als Nacken/Nacken - so liegt der Schwellenwert der Nacken/Nacken-Betäubung aus der 300 Volt-Versuchsreihe, der in der Lage ist, ein positives Betäubungsergebnis herbeizuführen, beim Stromstärkeäquivalent von 5,25 Volt ($s = 2,17$ Volt); die Stromstärke verhält sich proportional zur Spannung.

Der hieraus resultierende kleinste Wert von 3,08 Volt konnte bei Berücksichtigung aller Versuchseinstellungen mit der Niedervoltanlage bei nur 5 der 9 Versuchstiere (56 %) erreicht werden. SCHÜTT-ABRAHAM et al. (1983) fanden positive Betäubungswirkungen bei einer 70 Volt leistenden Anlage bei 50 % der untersuchten Tiere (siehe Kap. 2.3). Bezieht man die an unfixierten Schlachttieren nur schwierig einzunehmenden Positionen Auge/Auge und Auge/Ohr nicht mit in die Betrachtung ein, so konnte dieser Schwellenwert mit Hilfe der 87,5 Volt leistenden Anlage nur bei 2 der 9 Versuchstiere (22%) überschritten werden. Der Mittelwert von 5,25 Volt konnte mit der Niedervoltanlage in keiner Versuchseinstellung erreicht werden.

Der Effektivitätsgrad der Niedervoltbetäubung ist somit in der routinemäßigen Schlachthofpraxis noch deutlich niedriger einzustufen. HOENDERKEN (1978) fand bei einer Betäubungszeit von 5 Sekunden und einer Betäubungsspannung von 70 Volt positive Ergebnisse in nur 13 % der Untersuchungsfälle.

3.4.2 Die Feldstärke als prozentualer Anteil der Ausgangsspannung

Als Folge der vielfältigen Abhängigkeiten ist eine für alle Versuchsreihen zutreffende allgemeine Aussage über die Relation Elektrodenposition/Ausgangsspannung/Feldstärkewert in Prozent der Ausgangsspannung nur bedingt möglich.

Mit Hilfe dieser Relation sollte geprüft werden, inwieweit sich am Gehirn aufbauende Spannungen während der Betäubungshandlung unter Vorgabe der Ausgangsspannung und der Elektrodenposition vorhersagbar und somit auf andere Methoden der elektrischen Betäubung übertragbar sind.

Während sich innerhalb der Positionsgruppen Auge/Auge und Ohr/Ohr Vorteile der 300 Volt-Reihen gegenüber den 87,5 Volt-Reihen abzeichnen, gleichen sich die Ergebnisse der anderen Positionsgruppen in beiden Reihen nahezu an.

Höhere Werte innerhalb der 300 Volt-Untersuchungsreihen können zum Teil dadurch erklärt werden, daß infolge der höheren Betäubungsspannung der Hautwiderstand schneller zusammenbricht (SCHWARZ, 1960) und sich somit die Spannung am Gehirn der Schlachttiere frühzeitiger aufbauen kann.

Weiterhin muß der Ablauf des Untersuchungsprogrammes in die Diskussion dieser Werte einbezogen werden. Die 300 Volt-Untersuchungsreihen wurden immer im Anschluß an die 87,5 Volt-Untersuchungsreihen durchgeführt. Physikalische und chemische Vorgänge verringern infolge der Stromeinwirkung vornehmlich den Hautwiderstand und in geringerem Maße den Innenwiderstand des Versuchstieres (SCHWARZ, 1960).

SWATLAND et al. (1984) fanden bei zweimaligen Betäubungsversuchen an gleichen Schlachttieren jeweils höhere Spannungen am Gehirn der Schlachttiere im Wiederholungsversuch. Sie führen diesen Befund bei lebenden Tieren auf ein Ansteigen des Blutvolumens im Kopfbereich, hervorgerufen durch den ersten Betäubungsversuch, zurück.

OSYPKA (1963) und SILNY (1979) schreiben dem Blut im Vergleich zu anderen Gewebearten die günstigste Leitfähigkeit zu. MÜLLER und ENGELI (1968) erklären die annähernde Gleichheit der Impedanzen von unterschiedlichen Kopfgrößen der Schlachttiere (Muttersau, Mastschwein) damit, daß der durch die zunehmende Hautdicke sich erhöhende Widerstand durch eine Querschnittsvergrößerung der guten Leiter ausgeglichen werden kann.

Sich verändernde Blutvolumina können bei toten Versuchstieren ausgeschlossen werden, so daß verhältnismäßig große Veränderungen durch die Wiederholungsversuche nicht zu erwarten waren.

SWATLAND et al. (1984) ermittelten in Untersuchungen an isolierten, entbluteten Köpfen höhere am Gehirn anliegende Spannungswerte als bei den betreffenden lebenden Tieren. Diese Resultate zeigen, daß die Leitfähigkeit der niederohmigen Blutbahnen in Bezug auf den Gesamtkörper bei der elektrischen Betäubung nach unkorrekter Plazierung der Zangenelektroden nicht überbewertet werden darf.

Die einleitend aufgestellte Relation kann aufgrund der beschriebenen Abhängigkeiten nur als tendenzieller Anzeiger der zu erwartenden Spannungswerte eingesetzt werden.

3.4.3 Der Effektivitätsquotient der Elektrodenpositionen

Die vorstehend beschriebenen Untersuchungsbedingungen, die vergleichende Betrachtungen teilweise negativ beeinflussten u.a. Wiederholungsversuche am gleichen Tierkörper, unterschiedliche Ausgangsspannungen, unterschiedliche Funktionsweisen der Betäubungsapparaturen konnten am ehesten dadurch ausgeschaltet werden, daß die Ergebnisse innerhalb der einzelnen Versuchreihen in Beziehung zueinander gesetzt wurden.

Als Referenzwert wurde die Elektrodenposition Auge/Ohr gewählt, weil sie im Durchschnitt aller Versuche die günstigsten Ergebnisse erbrachte. Die durch die übrigen Elektrodenpositionen ermittelten Spannungswerte (Y) wurden durch die Werte der Referenzposition (Auge/Ohr, = A-O) dividiert. Mit Hilfe dieses Quotienten ($Y/A-O$) konnten die Wirkungsgrade der verschiedenen Elektrodenpositionen unter den für die jeweiligen Versuchsreihen geltenden konstanten Bedingungen verglichen werden.

Auffallend ist die große Übereinstimmung der Verhältniswerte innerhalb der unterschiedlichen Gruppen. Die abfallenden

Werte für die Positionen Nacken/Halsunterseite, Stirnbereich/Kehle und vornehmlich jedoch Auge/Auge der 300 Volt-Reihen im Vergleich zu den 87,5 Volt-Reihen haben ihre Ursache in der unterschiedlichen Konstruktion der Betäubungszangen (Abb. 9). So erreichte der Elektrodenabstand der Niedervoltzange bei maximalem Schließwinkel 1,7 cm, während er bei der Hochvoltzange 12 cm betrug. Ein Kontakt Auge/Auge war mit der Hochvoltzange kaum zu realisieren, die Position mußte genauer mit Auge/Augenbereich umschrieben werden. Ebenso wirkte sich die erhöhte Komprimierbarkeit des Gewebes in den Positionen Nacken/Halsunterseite und Stirnbereich/Kehle negativ auf einen konstanten Zangendruck, bedingt durch diesen großen Elektrodenabstand, aus.

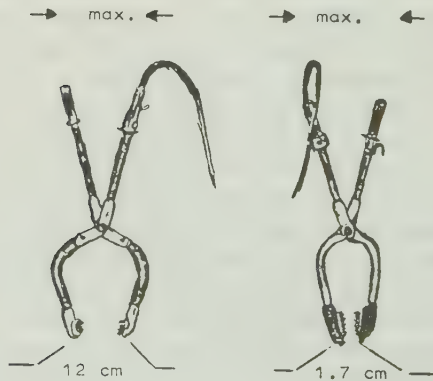


Abb. 9 : Die in den Versuchen eingesetzten Betäubungszangen (Hochvoltzange/Schließwinkel = 12 cm, Niedervoltzange/Schließwinkel = 1,7 cm)

Aufgrund von zum Teil nur ungenügendem Elektrodenandruck ergab sich bei der Hochvoltanlage häufig die Schwierigkeit, den elektronisch gemessenen Prüf Widerstand zu überwinden und somit die Auslösung des Betäubungsstromes zu erwirken. Die von SCHÜTT-ABRAHAM et al. (1983) beschriebenen Probleme hinsichtlich des Entgleitens der Schlachtschweine aus dem Zangenzugriff sowie einer verspäteten oder unterbrochenen Zuschaltung des Betäubungsstromes dieser 300 Volt-Anlage finden ihre Begründung vornehmlich in der unzureichend dimensionierten Zangenkonstruktion.

Die optimale Übertragung des Betäubungsstromes zum Gehirn der Schlachttiere ist nur durch die Elektrodenpositionen Auge/Auge, Auge/Ohr und Ohr/Ohr gewährleistet. Diese Ergebnisse stehen in Einklang mit den in der Literatur vorgefundenen Angaben (MÜLLER und ENGELI, 1968; CARDING, 1971; HOENDERKEN, 1978 a). Dennoch können (zu) geringe Ausgangsströme durch günstige Übertragungswege nicht kompensiert werden (siehe Kap. 3.4.1).

Hinsichtlich der Betäubungspraxis erscheinen die Elektrodenpositionen Auge/Ohr und Ohr/Ohr empfehlenswert. Dennoch ergibt sich die Schwierigkeit, daß diese Positionen am seitlich abgelegten Tier nicht korrekt eingehalten werden können. Am unfixierten Tier ist die Position Auge/Auge kaum einsetzbar.

Die Übertragungsfähigkeit der auch seitlich gut anwendbaren Elektrodenpositionen Stirnbereich/Kehle und Nacken/Halsunterseite ist im Vergleich zu den oben erwähnten um mehr als 50 % reduziert. Diese Reduzierung kann nur durch eine höhere Ausgangsleistung der Betäubungsgeräte ausgeglichen werden, um dennoch eine ausreichende Betäubungsstromdichte im Gehirn der Schlachttiere zu erreichen.

4. Eigene Untersuchungen Teil II:

Untersuchungen zur elektrischen Betäubung von Schlachtschweinen an Schlachthöfen in Niedersachsen

4.1 Problemstellung

Eine tierschutzgerechte Schlachtung der Tiere zur Fleischproduktion erfordert eine Betäubung mit dem Ziel, die Tiere sofort in einen Zustand der Empfindungs- und Wahrnehmungslosigkeit zu bringen mit nachfolgender Tötung durch Ausblutung.

Das Literaturstudium zeigte eine Vielzahl von objektiv darstellbaren Mängeln bei der elektrischen Betäubung von Schlachtschweinen auf.

In Form einer Erhebung sollte daher die Praxis der elektrischen Betäubung und ihrer Vorbereitungshandlungen unter besonderer Berücksichtigung tierschutzrechtlicher Aspekte im Land Niedersachsen dargestellt werden. Es sollte nachgeprüft werden, inwieweit wissenschaftlich gesicherte Erkenntnisse Eingang in die Praxis gefunden haben und hierdurch bedingt die heutige Methoden der elektrischen Betäubung von Schlachtschweinen in tierschutzgerechter Weise durchführbar sind. Gleichzeitig sollte untersucht werden, in welchem Ausmaß effektive Ausführungsvariationen von elektrischen Betäubungsmethoden die Fleischbeschaffenheit in positivem Sinne beeinflussen können.

4.2. Methodik

4.2.1 Allgemeines zur Durchführung der Befunderhebung

Von November 1984 bis Februar 1985 wurden die Untersuchungen in 23 niedersächsischen Schlachtbetrieben sowie an einem Schlachthof in Schleswig-Holstein durchgeführt. Die Wahl der besuchten Schlachthöfe oblag den Amtstierärzten der betreffenden Landkreise. Die Gründe für die Aufnahme in das Untersuchungsprogramm waren verschiedener Art. Zum Teil entsprachen sie dem Wunsch der Betriebsleiter, in ihren Betrieb aufgetretene Mängel bei der Betäubungshandlung in Zukunft verbessern zu wollen. Des weiteren folgten sie dem Wunsch der Amtstierärzte, die in bestimmten Betrieben auftretenden Schwierigkeiten bei den Betäubungen nach vermeidlichen Ursachen hin zu überprüfen. Darüberhinaus war erkennbare Kooperationsbereitschaft von Schlachthöfen wichtiges Kriterium für die Aufnahme in die Untersuchung. In allen Fällen war die Mitarbeit freiwillig.

Im Vorfeld der Untersuchungsplanung erhielten die betreffenden Amtstierärzte sowie die jeweiligen Betriebs- respektive Beschauamtsleiter Informationsmaterial über die Aufgabenstellung des Versuchsvorhabens und den Teil I des Erhebungsbogens, mit dessen Hilfe in Form einer Umfrage Daten zur Betriebsorganisation sowie Daten zur Fleischqualität erhoben werden sollten.

Soweit diese Daten am Besuchstag des jeweiligen Schlachtbetriebes noch nicht vorlagen, wurden sie in einem Gespräch mit dem zuständigen Betriebs- oder Beschauamtsleiter ermittelt. Am ersten Besuchstag gab der verantwortliche Amtstierarzt immer eine kurze Einführung. Die Untersuchungen selbst zogen sich je nach situativen Bedingungen über ein oder zwei Tage hin. Dabei waren die einzelnen Untersuchungspunkte so angelegt, daß sie weitestgehend in den üblichen Schlachtablauf integriert werden konnten.

4.2.1.1 Auswahl der Schlachtbetriebe

Der Charakter der besichtigten Schlachtbetriebe reichte von kleineren Schlachthäusern, die auch zum Teil für die Not-schlachtungen in ihrem Einzugsgebiet verantwortlich waren, über private, städtische bis zu genossenschaftlich organisierten Schlachthöfen. 22 der 24 besuchten Schlachtbetriebe hatten eine EG-Zulassung.

In der geographischen Verteilung überwog der westliche Teil Niedersachsens mit 16 Schlachtbetrieben, hier vornehmlich das Oldenburger Land und angrenzende Landkreise (Cloppenburg, Vechta, Osnabrück, Verden).

Die in den beteiligten Betrieben vorgefundenen Daten zu verwendetem Betäubungsgerät - nach Voltangabe des Herstellers -, wöchentlicher Schlachtzahl und Stundenschlachtleistung sind in Tabelle 3 aufgeführt.

4.2.1.2 Art des verwendeten Erhebungsbogens

Die Systematik des jeweiligen Besuchsprotokolls folgte einem Erhebungsbogen, durch den die an jedem Schlachthof gleiche Abfragung eines bestimmten Fragerasters festgelegt war. Die Informationssammlung zum Teil I der Erhebung wurde im Gespräch mit den zuständigen Ressortleitern der Schlachtbetriebe ermittelt, während die Daten der Teile II und III durch praktische Untersuchungen und Messungen erfaßt wurden. Ein Muster des Erhebungsbogens ist in Form der Anhangstabelle 10 (S. 121 - 126) dargestellt.

4.2.2 Untersuchungskriterien

Die geplante Versuchsdurchführung war so angelegt, daß die Aufnahme der zu ermittelnden Untersuchungspunkte zu keiner größeren Beeinträchtigung des normalen Schlachtablaufes in den jeweiligen Betrieben führte.

Schlacht - betrieb	Voltage	Wochen - schlachtzahl	Stunden - schlachtleistung
A	180	100 - 190	10 - 15
B	180	800 - 900	50 - 65
C	180	800 - 1000	40 - 60
D	180	800 - 1100	100 - 110
E	180	2200	150
F	180	2000 - 2500	80 - 100
G	180	4000	160
H	180	6500 - 7500	200 - 260
I	180	5500 - 8500	220
J	250	140 - 180	20 - 30
K	250	220 - 400	30
L	250	1500 - 1800	60 - 70
M	250	1800	80
N	250	2000 - 2500	100 - 120
O	250	3000 - 4000	150 - 200
P	250	3500 - 4000	120
Q	250	3000 - 4500	150
R	250	3800 - 4500	200 - 240
S	250	4000 - 4500	200
T	250	3800 - 4800	150 - 180
U	250	6000	200 - 220
V	250	8000 - 8500	200
W	350	4500 - 5500	220
X	600	5500	320

Tab. 3 : Stunden- und Wochenschlachtzahlen der am Versuch beteiligten Schlachtbetriebe, aufgegliedert nach der angegebenen Ausgangsspannung der während der Untersuchungen eingesetzten Betäubungsapparaturen (in Volt)

Das Festhalten der statischen Variablen erfolgte in den Schlachtpausen oder nach Beendigung der Schlachtung. Die anderen Untersuchungseinheiten wurden soweit wie möglich in den üblichen Schlachtablauf integriert.

4.2.2.1 Schlachthofeinrichtung

Unter dem Oberbegriff der Schlachthofeinrichtung wurden vornehmlich erfaßt:

- tierschutzrelevante Konstruktionselemente, die einem ethologisch verantwortbaren Umgang mit den Tieren gewährleisten konnten
- die technische Ausrüstung der Betäubungsapparatur.

4.2.2.1.1 Bauliche Einrichtung

Die Kriterien des Erhebungsbogens zur Beschaffenheit von Wartebuchten, Treibgängen und Betäubungsbuchten wurden um eine maßstabgerechte Skizze der jeweiligen Betäubungsbucht ergänzt. Besondere Berücksichtigung fanden hierbei die Zuführung zur Betäubungsbucht, die Ausmaße der Führungsbahn zum Stechplatz, die Länge der Entblutungsbahn sowie die Art der Schäkelhakenrückführung.

Zusätzlich konnte, jeweils nach Absprache mit dem verantwortlichen Schlachthofpersonal, Form und Einrichtung der Betäubungsbucht im Photo festgehalten werden. Zur weiteren Unterstützung der erhobenen Daten wurden von positiven wie auch negativen Gesamteinrichtungen Photos aufgenommen.

4.2.2.1.2 Betäubungsapparatur und Registriertechnik

Ohne im Erhebungsbogen selbst zu erscheinen, berücksichtigt die Befunderhebung hinsichtlich der jeweils zur Verfügung stehenden Betäubungsgeräte gleichwohl auch

- die Aufbewahrung der Geräte inclusive Zubehör nach der Schlachtung
- die Wartungsintervalle
- die Defektanfälligkeit
- sowie mögliche Ersatzanlagen.

Die Registrierung der aktuellen Werte für Spannung und Stromstärke erfolgte mit Hilfe einer nach eigenem Entwurf konstruierten Meßapparatur, deren Bauausführung eine Berliner Elektrowerkstatt (Charlottenburger Motorenengesellschaft, Berlin, Potsdamerstraße) übernommen hat.

Die Messungen erfolgten dabei über vorgegebene Testwiderstände von 150, 300, 600 und 1200 Ohm. Hierbei wurden die in der Literatur angegebenen Widerstandswerte für Schlachttiere und die hinsichtlich des Arbeitsschutzes des Personals berücksichtigt (OSYPKA, 1963; MÜLLER und ENGELI, 1968; HOENDERKEN, 1978). Weiterhin wurde die Messung der Leerlaufspannung, sowie eventuell vorhandener Prüf- oder Fühlspannungen der Betäubungsgeräte vorgenommen. Der Schaltplan des Meßgerätes wird in der Abb. 10 wiedergegeben. Die Messungen erfolgten durch Anklemmen der Meßleitungen an die Zangen-elektroden (Abb. 11).

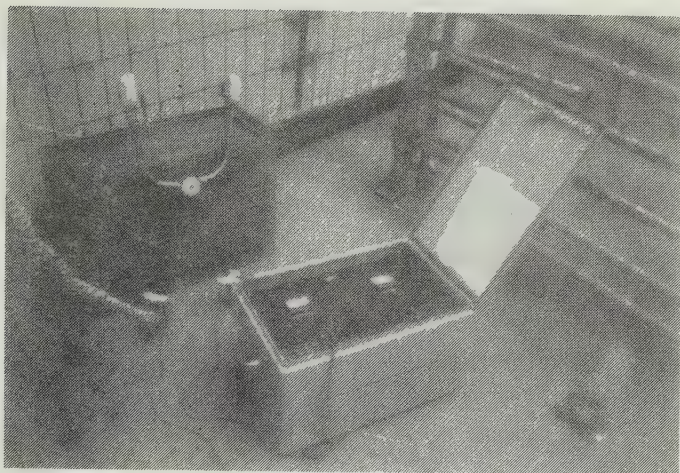


Abb. 11 : Untersuchungsaufbau zur Nachmessung von Spannung und Stromstärke der in den Schlachtbetrieben zum Einsatz kommenden Betäubungsgeräte

4.2.2.2 Betäubungs- und Schlachtvorgang

Je nach Einrichtung bzw. Schlachtanzahl erfolgte ca. eine halbe Stunde bis eine Stunde vor der eigentlichen Beurteilung der Handlung am Einzeltier die Beobachtung des Gesamtablaufes. Diese Vorlaufzeit wurde zudem dazu benutzt, das Betäubungspersonal über das geplante Vorhaben zu informieren. Dies besonders, um die Beschäftigten an die Beobachtungssituation zu gewöhnen und um dem Anschein einer "Kontroll" - Besichtigung entgegenzuwirken.

4.2.2.2.1 Allgemeine Kriterien zur Vorbereitung und Durchführung des Betäubungs- und Schlachtvorganges

Die Datenerhebung erfolgte, wie sie im Fragenkatalog vorgezeichnet ist. Soweit vorhandene Einrichtungen (z.B. Duschen, Blutabsaugvorrichtungen usw.) nicht im Einsatz besichtigt werden konnten, wurden Anwendungsart und Benutzungshäufigkeit durch Befragung und/oder Demonstration ermittelt.

4.2.2.2.2 Spezielle Datenerhebung am Einzeltier

Beschreibung der Variablen-Codes (vgl. auch Erhebungsbogen in den Anhangstabellen S.120 ff)

- a) F = Feuchtigkeitsgrad der Schweinehaut während der Betäubung
- b) Mißbr. = Mißbrauchkontakte mit der Zange zum Treiben und Leiten der Tiere ohne direkte Betäubungsabsicht
- c) Position der Elektroden während der Betäubungshandlung mit eventuellem Wechsel der Position:
 - A-A = Auge/Auge
 - O-O = Ohr/Ohr
 - A-O = Auge/Ohr
 - N-N = Nacken/Nacken
 - N-H = Nacken/Halsunterseite
 - Andere = z.B. Stirnbereich/Kehle, Brustbereich usw.
- d) Stadien des epileptiformen Anfalls:
 - Ext.-HG = Extension der Hintergliedmaßen
 - K.-RW = Rückwärtige Streckung des Kopfes
 - Steif.-VG = Steifigkeit der Vordergliedmaßen

- A.-Stop = Aussetzen der Atmung
 Grad.-E = Graduelle Erschlaffung des Tierkörpers nach Absetzen der Betäubungszange
 Lauf. = Laufbewegungen, sowie tonische resp. klonische Krampferscheinungen der Tiere am Hin führungsband zum Stechplatz

e) Zeiten

- B = Betäubungszeit (Positionswechsel einschließend)
 B.-Stech = Intervall vom Ende der Betäubung bis zum Stechen
 Krampf. = Krampfdauer und Intensität nach dem Stechen

f) Schmerzreaktionen

- Therm. = Schmerzreaktionen auf einen thermischen Reiz unmittelbar nach Beendigung der Betäubung
 Stech. = Schmerzreaktion auf das Stechen

Bedingt durch die räumliche Anordnung von Betäubungsbucht und Entblutungsbahn war es in den meisten Fällen (Schlachtgeschwindigkeit) nicht möglich, die Schmerzreaktionen und die Dauer der Krampferscheinungen bei den im Betäubungsverhalten besichtigten Tiere gleichzeitig aufzunehmen. Somit wurde auf eine kontinuierliche Aufnahme dieser beiden Aspekte im Untersuchungsablauf verzichtet. Bei der Untersuchung zur Krampfdauer wurde die Intensität der Krampferscheinungen bis 15 Sekunden nach dem Stechen berücksichtigt.

Der thermische Reiz bei der Schmerzreaktionsprüfung wurde durch Einstich eines erhitzten, batteriebetriebenen Türschloßenteislers in die Nasenscheidewand - unmittelbar vor dem Stechen - gesetzt. Da gleichzeitiges Beobachten der Betäubungshandlung und Registrieren der Schmerzreaktionen aus genannten Gründen nicht möglich war, wurden diese Messungen separat an jeweils unterschiedlichen Tieren vorgenommen. Zusätzlich wurde die Kontrolle über die Auslösbarkeit des Cornealreflexes an dieser Stelle mit in die Untersuchung aufgenommen.

4.2.2.3 Parameter der Fleischhygiene

Die Fleischqualitätsprüfung wurde abhängig von

- der Schlachtbandlänge
- dem Vorhandensein eines Abtropfbandes
- der Schlachtbandgeschwindigkeit
- dem Zeitpunkt des Wiegens

unmittelbar vor oder hinter der Waage oder auf Sonderschienen vor oder im Kühlraum vorgenommen. Die Ermittlung der Werte erfolgte in jedem Fall in einem Zeitintervall von 42 bis 49 Minuten nach dem Stechen.

4.2.2.3.1 pH-Wert

Die pH-Wertbestimmung wurde elektrometrisch unter Verwendung eines Digital-pH-Meters (Portamess 651, Fa. Knick) und einer Einstich-Einstabsmeßkette (Typ 406 - M 6 kn, Fa. Ingold; Bezugsquelle der Gesamtapparatur Fa. Knick, Berlin) durchgeführt. Die Messungen erfolgten in beiden Kotelettsträngen zwischen den Dornfortsätzen des 13. und 14. Brustwirbels und in den beiden Schinken, 4 - 6 cm caudo-dorsal der Beckensymphyse. Ausgehend von einer Einstichstelle wurden drei Messungen durchgeführt. Handhabung und Wartung des Gerätes erfolgten in der von HÄUSSERMANN (1985) empfohlenen Weise. Die pH-Werte konnten aufgrund der Markierung durch Kettendruck bzw. Kennzeichnung durch eine Lochzange (STOLLE und REUTER, 1978) spezifiziert nach aufhängender und nichtaufhängender Schlachtkörperhälfte erfaßt werden (bezogen auf die Anschäkelung nach der Betäubung).

4.2.2.3.2 Pathologisch-anatomische Veränderungen

Vor und während der pH-Wertbestimmungen erfolgte die Aufnahme der makroskopisch sichtbaren Veränderungen der Fleischqualität. Hierbei wurden das Auftreten von Blutungen

und/oder Frakturen in den jeweiligen Muskel- bzw. Knochenpartien, die Fleischfärbung und das Vorhandensein von frischen äußeren Verletzungen besonders beachtet. Zusätzlich wurde die Klassifizierung der nach Fleischhygienekriterien untersuchten Tierkörper festgehalten.

4.2.3 Auswertungsverfahren

Für die statistische Auswertung wurde eine SIEMENS-Rechner 7550 B mit dem Betriebssystem BS 2000, Version 7.6. eingesetzt. Die Berechnungen wurden unter Verwendung des Statistik-Programms BMDP'83 (DIXON, 1983) in der für das SIEMENS-Betriebssystem umgestellten Version (SUND und SALAMON, 1984) durchgeführt.

Die Bewertung der Fleischhygieneparameter stützte sich auf die von REUTER (1982) zusammengestellten Richtlinien zur Erkennung von Fleischqualitätsabweichungen. Bei der Berechnung und Mittelwertbildung von pH-Werten wurden die von HOFMANN (1973) beschriebenen Verfahren berücksichtigt.

4.3 Ergebnisse

4.3.1 Betäubungsapparatur

Mit Ausnahme von zwei Geräten (Q,U) zeigten alle Betäubungsanlagen ein mit zunehmendem Widerstand ansteigendes Leistungsverhältnis. Ausgenommen hiervon sind Modifikationen und gelegentlicher Leistungsabfall im 1200-Ohmbereich.

In der 180 Voltgruppe überschritten vier Geräte (A,E,G,I) die vom Hersteller angegebene Ausgangsspannung auch im kleinsten Widerstandsbereich. Bei einem Gerät (H) lag, bedingt durch einen Defekt oder eine Überbrückung der aus sicherheitstechnischen Gründen eingebauten Relaischaltung, der Betäubungsstrom permanent auf den Elektroden an. Fünf Geräte dieser Gruppe (56 %) schalteten den Betäubungsstrom nach Messung über 1200 Ohm nur noch periodisch zu (Takt ca. 0,5 - 1 Sek.).

In der 250 Voltgruppe lagen die gemessenen Werte im Widerstandsbereich von 150 Ohm zum Teil erheblich unterhalb der Nennspannung. Vier Geräte (J,K,O,C) schalteten nach einer durchgehenden Belastungsdauer von 21 - 30 Sekunden vollständig ab. Die Geräte an den Schlachthöfen S und M erbrachten ihre Leistungen nur dann, wenn die Messungen über Widerstände kleiner/gleich 600 Ohm begonnen wurden. In aufsteigender Reihenfolge konnten dann auch Meßergebnisse über 1200 Ohm ermittelt werden. Bei der Betäubungsapparatur am Schlachthof U unterblieb, unabhängig von der Meßsequenz, die Zuschaltung des Betäubungsstromes im 1200 Ohm-Widerstandsbereich.

Die Meßergebnisse im einzelnen sind in der Tabelle 4, Hersteller und Gerätetypen der jeweiligen Anlagen in Tab. 5 aufgeführt.

Hinsichtlich des von HOENDERKEN (1978) festgelegten Schwellenwertes von 1,25 Ampere zur Auslösung eines effektiven

Testwiderstand		150 Ω		300 Ω		600 Ω		1200 Ω		
Schl. Hof	Voltage	Gerät/ Zange		U_m	I_m	U_m	I_m	U_m	I_m	U_L
A	180	5	/ 1	189	0.82	192	0.43	200	0.24	0
B	180	10	/ 1	171	0.90	178	0.46	180	0.24	0
C	180	9	/ 1	170	0.82	180	0.46	185	0.12	+
D	180	2	/ 1	175	0.95	181	0.49	182	0.25	0
E	180	5	/ 1	182	0.95	190	0.50	198	0.12	+
F	180	5	/ 1	171	0.92	178	0.47	180	0.25	0
G	180	5	/ 1	201	1.09	209	0.55	212	0.15	+
H	180	12	/ 1	175	0.92	180	0.48	189	0.25	189
I	180	5	/ 1	182	0.91	190	0.49	192	0.13	+
J	250	4	/ 2	211	1.10	231	0.61	240	0.11	+
K	250	4	/ 2	231	1.21	249	0.65	255	0.12	+
L	250	6	/ 2	250	1.39	258	0.71	260	0.18	+
M	250	3	/ 1	240	1.40	248	0.72	255	0.19	+++
N	250	3	/ 1	250	1.39	255	0.70	260	0.17	+
O	250	4	/ 1	200	1.01	210	0.60	240	0.15	+
P	250	6	/ 1	235	1.25	245	0.62	250	0.18	+
Q	250	8	/ 2	220	1.10	200	0.48	170	0.11	+
R	250	1	/ 1	250	1.30	258	0.70	260	0.17	+
S	250	1	/ 1	248	1.43	255	0.73	258	0.19	+++
T	250	7	/ 1	212	1.10	231	0.61	240	0.17	+
U	250	11	/ 1	240	1.25	240	0.69	240	0.00	+
V	250	7	/ 1	200	1.10	228	0.59	231	0.11	+
W	350	13	/ 1	340	2.00	345	1.10	350	0.26	+

+ = U und I nicht konstant

++ = Geräte schalten nach 22 - 30 Sek. Belastung ab

+++ = bei $R = 1200 \Omega$ $I = 0$ Ampere (siehe S. 58)

Tab. 4 : Betäubungsspannung (U_m) und Betäubungsstromstärke (I_m) an 23 in der Schlachthofpraxis eingesetzten Betäubungsapparaturen nach Messung über vorgegebene Testwiderstände von 150, 300, 600 und 1200 Ω . (Geräte-/Zangenschlüssel siehe Tab. 6) (U_L = Leerlaufspannung)

Schlüssel - Nr.	Hersteller	Typenbezeichnung
a. Geräte :		
1	Schermer	S 80 / 242
2	Schermer	S 84 / 2
3	Schermer	S SP 80 242
4	Schmidt - Wezel	EFA 26 B
5	Schermer	S 66 / 1
6	Schulz	ESBG
7	Schmidt - Wezel	EFA OGT - G
8	Schmidt - Wezel	EFA 26 B IMP.
9	Schermer	S 66 / 2
10	Schermer	S 64 / 11
11	Schermer	S 82 / 283
12	Schermer	S 64 / 1
13	Nijhuis	N 350
14	Banss	B 162 / Rest.
b. Zangen :		
1	Schermer	S / Z 3
2	Schmidt - Wezel	EFA 26 B
3	Nijhuis	N / BT - 1

Tab. 5 : Hersteller und Typenbezeichnung der während der Untersuchungen vorgefundenen Betäubungsgeräte und -zangen (Schlüssel zu Tab. 4)

Betäubungsergebnisses erbrachten oder übertrafen sieben der dreizehn Geräte aus der 250 Voltgruppe diese Norm. Innerhalb der 180 Voltgruppe konnte dieser Schwellenwert von keiner Anlage erreicht werden (Abb. 12).

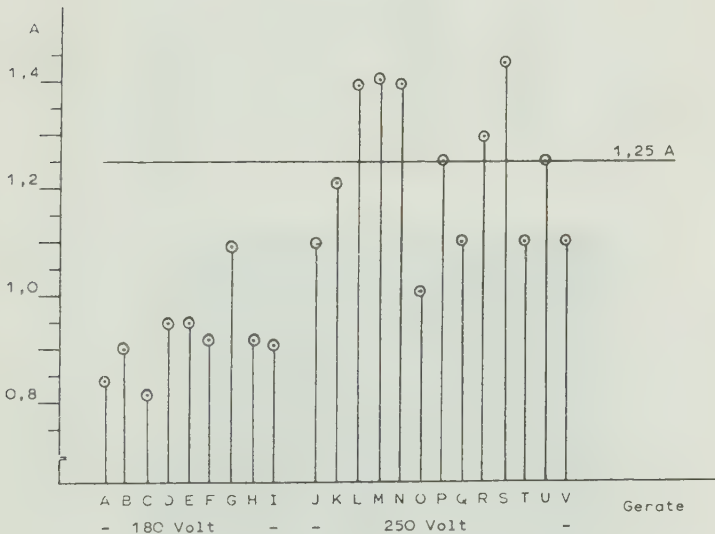


Abb. 12 : Betäubungsstromstärken der vorgefundenen Geräte, vergleichend zwischen 180- und 250 Volt-Gruppe (in Ampere), gemessen über einen Testwiderstand von 150 Ohm. Die 1,25 Amperemarke zeichnet den Schwellenwert auf, den ein Betäubungsgerät in diesem Widerstandsbereich erreichen sollte, um auch in der Elektrodenposition Nacken-Nacken eine effektive Betäubung sicherzustellen.

7 von 13 Geräten aus der 250 Volt-Gruppe erreichten oder übertrafen den von HOENDERKEN (1978) bestimmten Schwellenwert von 1,25 Ampere und bieten hiermit die Voraussetzung zur Auslösung einer effektiven Betäubungswirkung

In 18 von 23 Betrieben, an denen die Betäubung mit Hilfe von Betäubungszangen ausgeführt wurde, waren die Versorgungsgeräte während der Betäubungshandlungen unmittelbar innerhalb der Betäubungsbuchten, in drei weiteren in der Schlachthalle bzw. in den Zutreibgängen zur Betäubungsbucht installiert.

An 8 dieser 23 beschriebenen Schlachthöfe wurden Versorgungsgerät und Zangen nach Abschluß des Arbeitseinsatzes in trockenen Heiz- oder Lagerräumen aufbewahrt.

In 2 Betrieben waren die Betäubungsgeräte permanent in Büro- oder Waageräumen eingerichtet, die Versorgung der Betäubungszangen erfolgte über fest installierte Leitungen zur Betäubungsbucht.

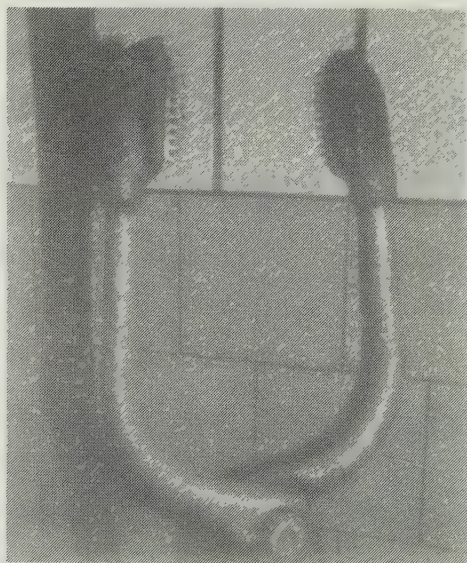


Abb. 13 : Ein Beispiel von unzureichend gewarteten, abgenutzten und oxydierten Zangenelektroden

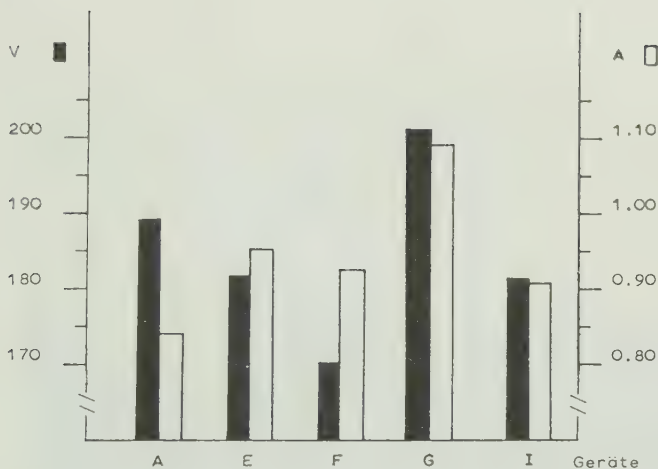


Abb. 14 : Einfluß von Fremdwiderständen/Manipulationen auf die Meßergebnisse über einen Testwiderstand von 150 Ohm bei 5 typengleichen Geräten (Schermer S66/1, Zange S/Z3) aus der 180 Volt-Gruppe

An 7 von allen besuchten Schlachthöfen konnten bezüglich des Wartungs- und Funktionszustandes der Betäubungsapparaturen und -zangen eindeutig positive Beurteilungen ausgesprochen werden. In den übrigen Betrieben wiesen entweder die Apparaturen und/oder die Zangen kleinere bis zum Teil erhebliche Mängel - vornehmlich den Arbeitsschutz (siehe Tab. 5) oder die Beschaffenheit der Zangenelektroden (Abb. 13) und -gelenke betreffend - auf.

Diese Mängel, meist hervorgerufen durch Korrosionsschäden, führen über Widerstandserhöhungen zu einer deutlichen Senkung des Betäubungsstromes. Demgegenüber bewirken nachträgliche Manipulationen (Geräte G und H) sicherheitstechnisch fragliche Befunde wie eine erhebliche Leistungssteigerung bei hierfür nicht konzipierten Geräten oder den permanenten Fluß des Betäubungsstromes an den Zangenelektroden (s. Tab. 5 und Abb. 14).

4.3.2 Betäubungshandlung

Die Ausführung der elektrischen Betäubung von Schlachtschweinen erfolgte zum überwiegenden Teil in Betäubungsbuchten (23 Schlachtbetriebe), ohne daß hierbei besondere Vorrichtungen zur Fixation der Schlachttiere während der Betäubungshandlung eingerichtet waren.

Die Mehrzahl der besichtigten Betäubungsbuchten (13) wies eine Grundfläche zwischen 5 und 10 qm auf, wobei die durchschnittliche Belegung dieser Buchten für einen Arbeitsgang 5 bis 16 Schlachttiere betrug. In den übrigen Betrieben erreichten die Grundflächen Werte von 10,5 bis 20,25 qm. Die durchschnittliche Belegungsstärke lag zwischen 6 bis 35 Schlachttieren je Arbeitsgang.

Die Grundrißformen der Buchten waren meist rechteckig (15). In den übrigen Betrieben wurde durch Schrägung oder Rundung der Winkel versucht, dem Betäubungspersonal den Zugang zu den Tieren zu erleichtern (Abb. 15).



Abb. 15 : Beispiel einer übersichtlich eingerichteten Betäubungsbucht mit kleiner Grundfläche und angeschragten Winkeln

In 4 Schlachtbetrieben wurde die Betäubungshandlung in jeweils 2 nebeneinanderliegenden Betaubungsbuchten ausgeführt, wobei sich ein Schäkelevator an einer zentralen Stelle zwischen beiden Buchten befand (Abb. 16). Während in einer Bucht die Betäubungshandlung durchgeführt wurde, konnte die nun freie Bucht zur schnelleren Aufeinanderfolge der Arbeitsgänge belegt werden.



Abb. 16 : Beispiel einer doppelt angelegten Betaubungsbucht. Der Schäkelevator befindet sich an einer zentralen Stelle zwischen den beiden Buchten

Hinsichtlich der Schäkelrückführung entstanden Störungen der Arbeitsprozesse, wenn verlängerte Rückführungszeiten oder unzureichende Schäkelanzahl das Weiterleiten von schon betäubten Tieren verzögerte (3 Betriebe), oder aber die Rückführung der Schakelhaken oberhalb des Eintriebganges zur Betaubungsbucht (4 Betriebe) oder in seiner unmittelbaren Umgebung (5 Betriebe) das Einleiten der Schlachtschweine in die Betaubungsbucht beeinträchtigte.

An einem Schlachthof wurde eine automatische Hochvoltbetäubungsanlage eingesetzt. Die Zuführung der Schlachtschweine zu dieser Anlage leisteten zwei hintereinander angebrachte Restrainer, die mit unterschiedlichen Bandgeschwindigkeiten betrieben wurden, wodurch die zeitliche Aufeinanderfolge der herangeführten Schlachttiere jeweils annähernd konstant war. Die Vereinzelung der Schlachtschweine auf dem Weg zur Restraineranlage erfolgte in einem sich treppenförmig verengenden, leicht ansteigenden Treibgang, in dem das Zurückweichen der sich schon im Gang befindlichen Tiere durch Fallklappen verhindert wurde (Abb. 17).

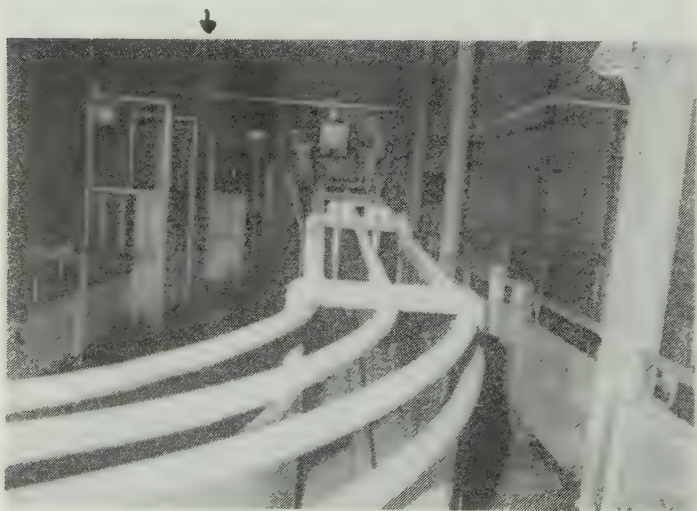


Abb. 17 : Zutreibgang zum Restrainer (V-förmig angeordnete Motoren). Der obere Pfeil zeigt auf den treppenförmigen Vereinzelungsgang, der seitliche Pfeil auf Fallklappen im ansteigenden Einzelgang

Die Länge der angewandten Betäubungszeiten wurde im Vergleich der 180 zur 250 Volt-Gruppe stärker durch die Stundenschlachteleistungen als durch die Höhe der zur Verfügung stehenden Betäubungsspannung beeinflusst.

Obwohl an Schlachthöfen, in denen die Betäubung mit Hilfe einer 250 Volt-Anlage durchgeführt wurde, eine um durchschnittlich 40,7 Volt höhere Spannung und eine um durchschnittlich 0,3 Ampere höhere Stromstärke zur Verfügung stand als an den Schlachthöfen, an denen eine 180 Volt-Anlage zum Einsatz kam, unterscheiden sich die mittleren Betäubungszeiten nicht wesentlich (Tab. 6).

Stundenschlachtzahl und Betäubungszeit dagegen zeigen eine deutliche Korrelation, indem sich mit zunehmender Schlachtleistung die Betäubungszeiten merklich verkürzen (Tab. 7).

Voltage	Betäubungszeit			Intervall			U_m (150 Ω)			I_m (150 Ω)		
	n	$\bar{x}$	s_x	$\bar{x}$	s_x	n	$\bar{x}$	s_x		$\bar{x}$	s_x	
180 V	522	11.05	3.95	12.70	7.50	9	179.23	9.67	0.93	0.07		
250 V	765	9.77	3.38	13.44	6.66	13	229.92	18.41	1.23	0.14		
350 V	60	6.37	1.59	23.05	3.74	1	340.00	0.00	2.00	0.00		
600 V	82	2.00	0.00	21.95	2.45	1	-	-	-	-		

Tab. 6 : Einfluß der Geräteleistung (U_m - gemessen über einen Testwiderstand von 150 Ohm - in Volt, I_m in Ampere) auf Betäubungs- und Intervallzeiten (Ende der Betäubung - Stechzeitpunkt) bei unterschiedlichen Anzahlen von beurteilten Betäubungshandlungen je Untersuchungsgruppe (n). Die Leistung der 600 Volt-Anlage konnte mit der zur Verfügung stehenden Meßapparatur nicht ermittelt werden.

Die mit steigenden Betäubungsspannungen einhergehenden Verkürzungen der Betäubungszeiten bleiben ohne Auswirkungen auf die mittlere Gesamtschlachtdauer (Beginn der Betäubung - Stechzeitpunkt), die im einzelnen für die 180 Volt-Reihe 24 Sekunden, für die 250 Volt-Reihe 23 Sekunden, für die 350 Volt-Reihe 29 Sekunden und für die 600 Volt-Reihe 24 Sekunden betrug

Schlacht- betriebe	$I_m (150 \Omega)$	Schlacht- leistung/h	Betäuber/ Helfer	n	Betäubungs- zeit ($\bar{x}$)	Intervall ($\bar{x}$)
A	0.84	13	1 / 0	42	14.2	22.8
B	0.90	60	1 / 1	60	16.4	6.7
C	0.82	50	1 / 1	60	11.3	12.4
D	0.95	105	1 / 2	60	10.4	11.4
E	0.95	150	1 / 3	60	11.6	6.3
F	0.92	90	1 / 2	60	10.3	15.5
G	1.09	160	1 / 3	60	9.0	10.9
H	0.92	230	1 / 3	60	9.2	18.7
I	0.91	220	1 / 3	60	8.1	12.5
J	1.10	25	1 / 1	55	16.0	14.7
K	1.21	30	1 / 0	48	10.6	13.0
L	1.39	65	1 / 1	60	8.6	12.1
M	1.40	80	1 / 2	60	12.7	11.1
N	1.39	110	1 / 2	60	10.8	10.9
O	1.01	160	1 / 2	60	8.4	9.7
P	1.25	120	1 / 3	60	7.5	22.1
Q	1.10	150	1 / 3	60	9.8	10.9
R	1.30	200	1 / 3	62	8.9	17.0
S	1.43	200	1 / 3	60	9.1	21.8
T	1.10	165	1 / 3	60	6.7	9.0
U	1.25	210	1 / 3	60	9.4	9.5
V	1.10	200	1 / 3	60	9.2	12.5
W	2.00	220	1 / 3	60	6.4	23.1
X	-	320	0 / 4	82	2.0	22.0

Tab. 7 : Einfluß von Betäubungsstromstärke (I_m nach Messung über einen Testwiderstand von 150 Ohm, in Ampere), Stundenschlachtszahl und Personalstärke bei unterschiedlichen Anzahlen von beobachteten Schlachtschweinbetäubungen (n) auf durchschnittliche Betäubungs- und Intervallzeiten an 24 Schlachtbetrieben.

Die Betäubungszeit wird durch die Stundenschlachtszahl stärker beeinflusst als durch die Geräteleistung, indem sich mit durchschnittlich steigenden Schlachtszahlen die Betäubungszeiten von den zur Verfügung stehenden Betäubungsstromstärken verringern

Die Betäubungszange wurde im Durchschnitt bei jedem dritten Schlachtschwein als Treibhilfe eingesetzt. Während der Betäubungshandlung wurde je Schlachttier durchschnittlich ein Positionswechsel mit der Zange vorgenommen (Tab. 8).

Voltage	180 V		250 V		350 V	
(n)	(522)		(756)		(60)	
	$\bar{x}$	S_x	$\bar{x}$	S_x	$\bar{x}$	S_x
Mißbrauchkontakte	0.35	0.90	0.37	0.84	0.68	0.83
Betäubungskontakte	1.96	0.60	2.24	0.68	1.93	0.31

Tab. 8 : Mittlere Anzahl von Zangenkontakten ohne und mit direkter Betäubungsabsicht je Schlachttier bei unterschiedlichen Ausgangsspannungen der Betäubungsapparaturen. (n = beurteilte Betäubungshandlungen)

Höhere Geräteleistungen führen trotz der zunehmenden Betäubungseffektivität (s.Tab.11) nicht zu einer Reduzierung von Mehrmalskontakten mit der Betäubungszange

Die am häufigsten angewandte Elektrodenplazierung war die, in der eine Zangenelektrode im Kehlbereich, die andere im Stirnbereich des Schlachttieres faßte (Abb. 18 und Tab. 9). Die Anwendungshäufigkeit der Elektrodenpositionen stand in hohem Gegensatz zu der Effektivitätsquote ihrer jeweiligen Übertragungsfähigkeit des Betäubungsstromes auf das Gehirn der Schlachttiere (Abb. 19).

Eine detaillierte Beschreibung der Ausführungsvariationen, den Leitvorgang zur Betäubungsbucht, sowie die Betäubungshandlung betreffend, ist in Tabelle 10 aufgeführt. In größeren Schlachtbetrieben wurde die Betäubungshandlung meist weniger fehlerhaft ausgeführt, als dies besonders in Kleinstbetrieben der Fall war.

Voltage	180 V	250 V	350 V						
(n)	(522)	(756)	(60)						
$\bar{x}$	s_x	$\bar{x}$	s_x						
%	%	%	%						
Betäubungskontakte	1.96	0.60	100.00	2.24	0.68	100.00	1.93	0.31	100.00
Verteilt auf :									
A-A	0.04	0.21	2.25	0.03	0.17	1.34	0.03	0.18	1.71
A-O	0.16	0.37	8.21	0.13	0.34	5.80	0.03	0.18	1.71
O-O	0.35	0.48	17.96	0.29	0.46	12.95	0.73	0.52	37.92
S-K	0.69	0.46	35.10	0.66	0.50	29.46	0.90	0.30	46.56
N-N	0.43	0.50	21.68	0.54	0.54	24.11	0.20	0.40	10.35
N-H	0.25	0.43	12.81	0.35	0.49	15.63	0.02	0.13	1.04
Flanke	0.01	0.06	0.20	0.10	0.30	4.46	-	-	-
Brust	0.03	0.16	1.38	0.03	0.18	1.34	-	-	-
Anderer	0.01	0.11	0.51	0.11	0.40	4.91	-	-	-

Tab. 2 : Durchschnittliche Anzahl der Betäubungsansätze und deren mittlere Häufigkeitsverteilung auf mögliche Elektrodenpositionen: Auge-Auge (A-A), Auge-Ohr (A-O), Ohr-Ohr (O-O), Stirn-Kehlbereich (S-K), Nacken-Nacken (N-N), Nacken-Halsunterseite (N-H), Brust, Flanke und Andere - je Schlachttier (n) bei Zangenbetäubungsmethoden von 180, 250 und 300 Volt.

Im Untersuchungsdurchschnitt der Studie wurden bei 1338 beurteilten Zangenbetätigungen zu 75,7 % ungünstige Elektrodenpositionen gewählt. Hierbei konnten mögliche Kapazitäten der Geräte bezüglich der Betätigungseffektivität nur zu 10 - 50 % genutzt werden

Schlacht- betrieb	Betäubungs- handlung/Code	Leitvorgang/ Code	Beschreibung der Variablencodes
A (180)	3	3	<u>Betäubungshandlung:</u>
B	2	2	1 = ruhiges, kontrolliertes Handeln, Vermeiden
C	3	2	von Mißbrauchkontakten, soweit möglich kei-
D	3	2	ne Positionswechsel während der Betäubungs-
E	1	1	handlung, möglichst Positionen A/A, A/O, O/O;
F	1	2	2 = ruhiges Handeln, Zange als Treibhilfe be-
G	3	3	nutzt, durchschnittlich 1 Positionswechsel;
H	1	2	3 = unruhiges Handeln, Zange als Treibhilfe be-
I	2	2	nutzt, mehrere Positionswechsel, häufig auch
J (250)	3	2	Körperkontakte (Brust, Flanke) zur Unter-
K	2	1	drückung der klonischen Krämpfe;
L	1	1	<u>Leitvorgang:</u>
M	2	2	1 = ruhiges Handeln, Treiben und Leiten mit Bret-
N	3	3	tern als Führungshilfe, kein/mäßiger Einsatz
O	2	2	von Treibstöcken, Kein Einsatz von elektri-
P	3	3	schen Reizgeräten;
Q	1	1	2 = ruhiges Handeln, Treiben und Leiten ohne Führ-
R	1	3	ungshilfe, Einsatz von Treibstöcken, kein Ein-
S	2	3	satz von elektrischen Reizgeräten;
T	2	2	3 = unruhiges Handeln, Treiben und Leiten ohne
U	1	2	Führungshilfe, forcierter Einsatz von Treib-
V	1	1	stöcken oder elektrischen Reizgeräten;
W (350)	2	1	
X (600)	-	1	

Tab. 10 : Beschreibende Beurteilung der Ausführungsweisen von Betäubungshandlung und Zu-
trieb zur Betäubungsbucht an 24 untersuchten Schlachtbetrieben (Schlachtbetrieb X
= Vollautomatische Restrainerbetäubung).

Durchschnittlich werden in größeren Schlachtbetrieben (Staffelung der Betriebe innerhalb
der Kollektive nach Wochenschlachtschlachtzahlen, vergl. Tab. 3, Kap. 4.2.1.1) die Betäubungen
weniger fehlerhaft ausgeführt. Einfluß hierauf haben: günstige Voraussetzungen hinsichtlich
der Gebäudeeinrichtung und der Schlachtorganisation, ausreichendes Hilfspersonal, Unter-
weisung des Betäubungspersonals



Abb. 18 : Die in der Praxis am häufigsten angewandte Elektrodenposition Stirn-Kehlbereich (S-K)

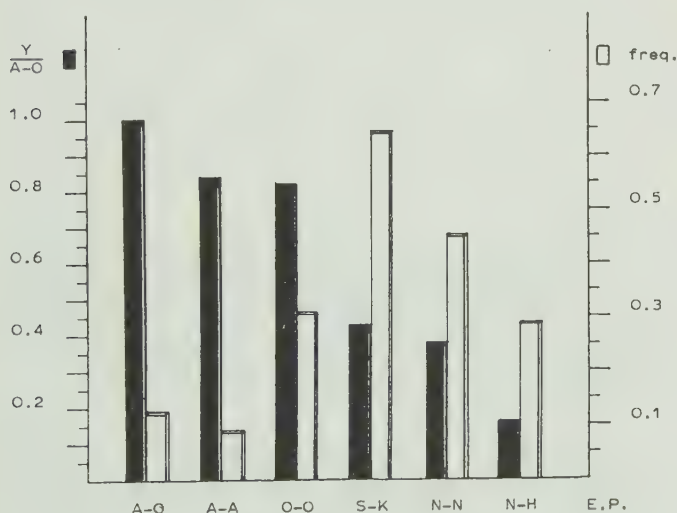


Abb. 19 : Effektivitätsgrade ($Y/A-O$) der Elektrodenpositionen (E.P.) - vergl. Kap. 3.3.3 - und ihre mittleren Anwendungshäufigkeiten (freq.) je Schlachtstier in der Schlachthofpraxis (1338 beobachteten Zangenbetäubungen mit durchschnittlich 2,1 Betäubungskontakten)

Anwendungshäufigkeit und Betäubungseffektivität der Elektrodenpositionen stehen in nahezu gegensätzlichem Verhältnis zueinander

Die Effektivität der Betäubungswirkung - Beurteilungskriterium war eine deutlich wahrnehmbare Streckung der Hintergliedmaßen - stieg mit Zunahme der Ausgangsspannung. Bei Schlachttieren, die eine deutliche Extension der nach dem Anschäkeln freihängenden Hintergliedmaße erkennen ließen, war die Krampfaktivität am Hinführungsband zum Stechplatz weniger stark ausgebildet (Tab. 11).

Voltage	180 V	250 V	350 V	600 V
(n)	(522)	(756)	(60)	(82)
	%	%	%	%
Extension (+)	47.89	57.25	75.00	100.00
Krampfverhalten (++)	28.93	21.93	10.00	0.00

Tab. 11 : Betäubungseffektivität (Extension +) und ausgeprägte Krampfaktivität vor dem Stechen (Krampfverhalten ++) in Abhängigkeit von unterschiedlichen Betäubungsmethoden (n = beurteilte Schlachttiere)

Mit Zunahme der Geräteleistung steigt der prozentuale Anteil der klinisch als positiv beurteilten Betäubungswirkungen, gleichsam reduziert sich die Krampfaktivität am Hinführungsband zum Stechplatz

Die Aufnahme von Schmerzreflexverhalten und Auslösbarkeit des Cornealreflexes erbrachte keine eindeutigen Ergebnisse. Meist waren die zu prüfenden Reaktionen in die allgemeine Krampfaktivität eingebunden. Eine objektive Unterscheidung von tatsächlich auftretenden oder falsch positiven Reaktionen war in den meisten Fällen nicht möglich. Die Prüfung dieser Untersuchungspunkte wurde daher nach der Hälfte des Untersuchungsprogrammes eingestellt.

4.3.3 Auswirkungen der elektrischen Betäubungsmethoden auf pH-Wert-Entwicklung und pathologisch-anatomische Abweichungen

Im Vergleich der verschiedenen elektrischen Betäubungsmethoden bezüglich ihrer Auswirkungen auf die Fleischqualität zeichnen sich besonders hinsichtlich des pH-Wert-Verhaltens Unterschiede ab:

Mit zunehmender Spannung und der daraus resultierenden steigenden Betäubungsstromstärke geht ein entsprechender Abfall der pH_1 -Mittelwerte konform ($\bar{x} = 6,23$ im *M.semimembranosus* der freihängenden Schlachtkörperhälfte -SMf- innerhalb der 180 Volt-Gruppe bei $n = 242$, $\bar{x} = 5,98$ im SMf innerhalb der 600 Volt-Gruppe bei $n = 82$). Lediglich im Vergleich der Werte in den Kotelettsträngen zwischen der 350 und 600 Volt-Gruppe wird dieser Befund nicht bestätigt; dennoch bleiben auch diese Werte deutlich unterhalb des Durchschnittsniveaus, die nach Betäubungen mit Betäubungsspannungen von 180 und 250 Volt ermittelt wurden (sh. Tab. 12 und Abb. 20).

Gleichzeitig kommt es zu einer Annäherung der für die Schinkenmuskulatur ermittelten Werte in den zusammengehörenden Schlachtkörperhälften (Differenz der pH_1 -Mittelwerte zwischen dem *M. semimembranosus* der freihängenden -SMf- und der aufhängenden Schlachtkörperhälfte -SMa- innerhalb der 180 Volt-Gruppe gleich 0,15 pH-Einheiten, entsprechend innerhalb der 600 Volt-Gruppe gleich 0,09 pH-Einheiten). Demgegenüber zeigen die korrespondierenden Werte in den Kotelettpartien nahezu konstante Differenzen von durchschnittlich 0,03 pH-Einheiten für alle Untersuchungsgruppen (sh. Abb. 21).

Die pH-Differenzen zwischen Schinken- und Kotelettmuskulatur für das 180 und 250 Volt-Kollektiv liegen bei durchschnittlich 0,19 Einheiten in der hängenden Schlachtkörperhälfte und 0,31 Einheiten in der freihängenden Hälfte; entsprechend für das 350 Volt-Kollektiv 0,31/0,41, schließlich für das 600 Volt-Kollektiv 0,16/0,22.

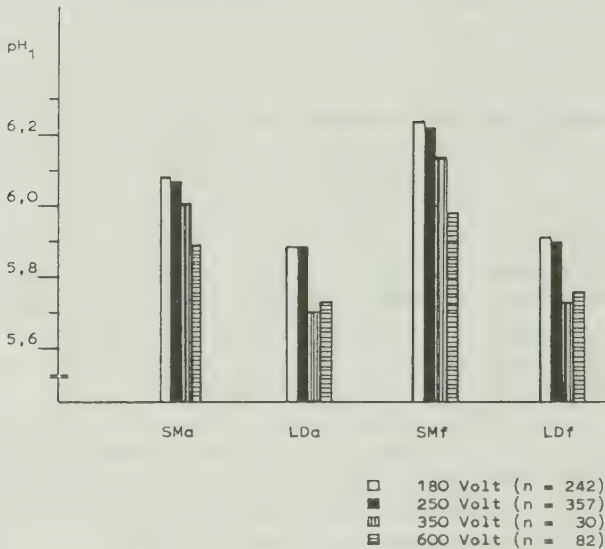


Abb. 20 : pH₁-Wert-Profile der untersuchten Muskelpartien (SMa, LDa, SMf, LDf; sh. Legende zu Tabelle 12) innerhalb unterschiedlicher Schlachttierkollektive (n), nach vorausgehenden Betäubungen mit Betäubungsspannungen von 180, 250, 350 und 600 Volt

Bezogen auf einen Schlachttierkörper werden durchschnittlich die niedrigsten pH₁-Werte im Kotelettstrang der aufgehängenden Schlachtkörperhälfte ermittelt. Die Differenz beträgt im Untersuchungsdurchschnitt 0,33 pH-Einheiten

In Einzelbetrieben aus den verschiedenen Untersuchungsgruppen konnten gleichwohl hierzu gegensätzliche Ergebnisse ermittelt werden (sh. Tab. 13). Verantwortlich hierfür sind vor allem die Anwendungsvariationen während der Betäubungshandlung. So konnten durchschnittliche pH₁-Mittelwerte im *M.semimembranosus* der aufgehängenden Schlachttierkörperhälfte von größer/gleich 6,10 unabhängig von der Ausgangsspannung nur in den Betrieben erreicht werden, in denen die Betäu-

Voltage	180 V				250 V				350 V				600 V			
	n	$\bar{x}$	s_x	n	$\bar{x}$	s_x	n	$\bar{x}$	s_x	n	$\bar{x}$	s_x	n	$\bar{x}$	s_x	
Betäubungszeit	522	11.05	3.95	765	9.77	3.38	60	6.37	1.59	82	2.00	0.00				
Intervall	"	12.70	7.50	"	13.44	6.66	"	23.05	3.74	"	21.95	2.45				
pH 1 SMa	242	6.08	0.33	357	6.07	0.35	30	6.01	0.31	82	5.89	0.37				
pH 1 LDa	"	5.88	0.34	"	5.88	0.34	"	5.70	0.21	"	5.73	0.32				
pH 1 SMf	"	6.23	0.33	"	6.21	0.35	"	6.14	0.33	"	5.98	0.39				
pH 1 LDf	"	5.91	0.33	"	5.90	0.34	"	5.73	0.21	"	5.76	0.34				

Tab. 12 : Die pH_i-Wert-Entwicklung in den Schlachttierkörpern nach vorausgehend unterschiedlichen Betäubungsmethoden mit Betäubungsspannungen von 180, 250, 350 und 600 Volt, aufgeschlüsselt nach aufgehänger (SMa = M. semimembranosus der aufgehängten Seite, LDa = M. longissimus dorsi der aufgehängten Seite) und freihängender Schlachttierkörperhälfte (SMf, LDf), bezogen auf das Anschäkeln nach der Betäubungshandlung

Zunehmende Geräteleistung bei nahezu konstanter Gesamtschlachtdauer (Betäubungszeit + Intervall) korreliert mit einem Abfall der mittleren pH_i-Werte in den jeweils untersuchten Muskelpartien

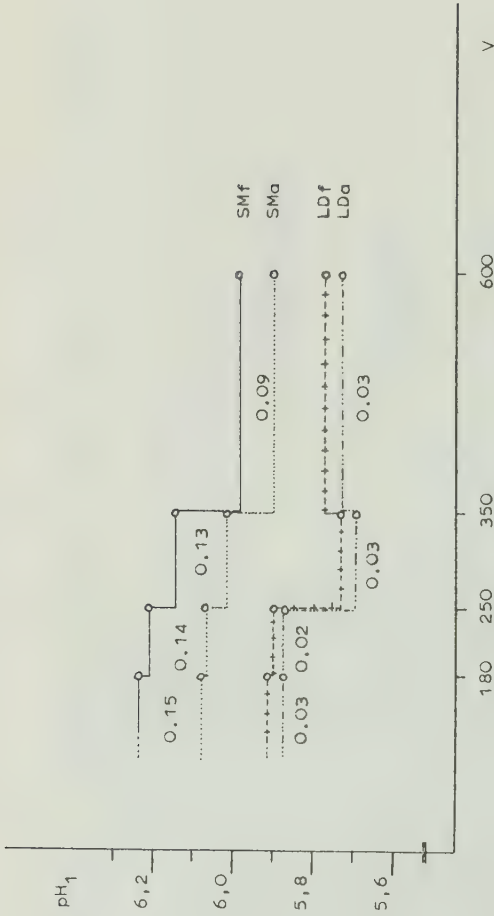


Abb. 21 : pH₁-Wert-Plateaus von unterschiedlichen Tierkollektiven (180 V: n = 242, 250 V: n = 357, 350 V: N = 30, 600 V: n = 82) sowie auftretende Differenzen in den beurteilten Muskelpartien (SMa, SMf, LDa, LDf: sh. Tab. 12) zwischen freihängender und aufhängender Schlachtkörperhälfte nach vorangehend unterschiedlichen Betäubungsmethoden mit Spannungen von 180, 250, 350 und 600 Volt.

Mit abfallenden pH₁-Werten reduzieren sich die Differenzen in den Muskelpartien des Schinkens zwischen frei- und aufhängender Schlachtkörperhälfte. Die Hälftenunterschiede in den Kotelettsträngen verhalten sich unabhängig davon nahezu konstant.

bungshandlung mit vornehmlich positiver Beurteilung (Beschreibungscode 1 oder 2: ruhiges Handeln, möglichst kein Einsatz der Betäubungszange als Treibhilfe, kein oder nur ein Positionswechsel der Zange während der Betäubung; siehe Tab. 10, Kap. 4.3.2) gewertet werden konnte.

Obwohl auch die Beurteilung des Zutriebes der Schlachttiere zur Betäubungsbucht, sowie die Ausführung der Betäubungshandlung im Schlachthof -W-, in dem eine 350 Volt-Anlage benutzt wurde, positiv gewertet war, lagen die gemessenen pH_1 -Werte besonders auch in der Kotelettmuskulatur, deutlich niedriger als in Vergleichsbetrieben aus den 180 und 250 Volt-Untersuchungsreihen (siehe Tab. 13).

In der Tabelle 14 sind die ermittelten durchschnittlichen pH_1 -Werte im *M.semimembranosus* der aufgehängenden Schlachtkörperhälfte je Schlachtbetrieb eingeteilt nach pH-Kollektiven von größer/gleich 6,10, kleiner 6,10 größer/gleich 6,00 und kleiner 6,00 aufgeführt. Eine gleichzeitige Gegenüberstellung der Beschreibungscode, die gleichsam eine Beurteilung darstellen, zeigt eine deutliche Korrelation zwischen Ausführungsvariation von Betäubungshandlung und Treibvorgang und der Fleischreifung. Mit abfallenden pH-Bereichen, die durch die entsprechend gebildeten Kollektive umschrieben werden, verschlechtert sich der Beurteilungsdurchschnitt für das Betäuben und Leiten. Eine sorgfältig durchgeführte Betäubungshandlung mit vorausgehend schonendem Treibvorgang hat hiernach positive Auswirkungen auf die Fleischqualität.

Mit kontinuierlich abfallenden pH_1 -Mittelwerten steigt die PSE-Häufigkeit, so daß die Prozentwerte der Betriebe aus der 180 Volt-Gruppe mit einem PSE-Vorkommen von 28,1 % (jeder Schlachttierkörper, der in einem und/oder mehreren Meßbereichen unter die festgesetzten Normen fiel - *M.semimembranosus* < 5,80; *M.longissimus dorsi* < 5,60 -, ist hierbei als positiv berücksichtigt) erheblich niedriger

Schl. Hof	Voltage	n	pH ₁ SMa $\bar{x}$	pH ₁ LDa $\bar{x}$	pH ₁ SMf $\bar{x}$	pH ₁ LDf $\bar{x}$
A	180	22	6.06	5.79	6.18	5.83
B	"	31	6.01	5.96	6.22	5.98
C	"	21	6.00	5.73	6.15	5.73
D	"	25	6.04	5.71	6.12	5.74
E	"	30	6.02	5.90	6.21	5.96
F	"	21	6.15	5.89	6.35	5.98
G	"	33	5.92	5.79	6.06	5.83
H	"	30	6.27	6.10	6.42	6.14
I	"	30	6.04	5.74	6.16	5.75
J	250	20	5.87	5.72	5.93	5.72
K	"	25	6.38	6.30	6.47	6.32 +
L	"	27	6.24	6.00	6.36	6.01
M	"	27	6.20	5.96	6.29	5.99
N	"	23	6.02	5.75	6.14	5.79
O	"	30	6.16	5.93	6.31	5.95
P	"	31	5.99	5.73	6.17	5.74
Q	"	31	6.10	5.82	6.26	5.90
R	"	30	6.15	5.98	6.27	6.01
S	"	29	5.91	5.73	6.09	5.73
T	"	24	6.16	5.90	6.33	5.95
U	"	30	5.93	5.84	6.10	5.70
V	"	30	6.07	5.90	6.19	5.92
W	350	30	6.01	5.70	6.14	5.73
X	600	82	5.89	5.73	5.98	5.76

Tab. 13 : Durchschnittliche pH₁-Werte in den beurteilten Muskelpartien (sh. Tab. 12) bei unterschiedlichen Anzahlen von untersuchten Schlacht tierkörpern (n) an 24 Schlachtbetrieben. (+ : Sauenanteil am Schlachthof K = 70 %)

Schlacht- betrieb (V)	pH ₁ -SMA $\bar{x}$	Betauben : Leiten Beurteilungscores	Gruppenindices
K (250)	6.38	2 : 1	Kollektiv: pH ₁ -SMA $\geq$ 6.10 Betäubungshandlung/Index: 1.67 Leitvorgang/Index: 1.88
H (180)	6.27	1 : 2	
L (250)	6.24	1 : 1	
M (250)	6.20	2 : 2	
O (250)	6.16	2 : 2	
T (250)	6.16	2 : 3	
F (180)	6.15	1 : 2	
S (250)	6.15	2 : 3	
Q (250)	6.10	1 : 1	
V (250)	6.07	1 : 1	
A (180)	6.06	3 : 3	Kollektiv: 6.10 $\geq$ pH ₁ -SMA $\leq$ 6.00 Betäubungshandlung/Index: 2.11 Leitvorgang/Index: 1.88
D (180)	6.04	2 : 2	
I (180)	6.04	2 : 2	
E (180)	6.02	1 : 1	
N (250)	6.02	3 : 3	
B (180)	6.01	2 : 2	
W (350)	6.01	2 : 1	
C (180)	6.00	3 : 2	
P (250)	5.99	3 : 3	
U (250)	5.93	1 : 2	
G (180)	5.92	3 : 3	Kollektiv: pH ₁ -SMA $<$ 6.00 Betäubungshandlung/Index: 2.40 Leitvorgang/Index: 2.60
S (250)	5.91	2 : 3	
J (250)	5.87	3 : 2	

Tab. 14 : Einfluß der Ausführungsvariationen von Betäubungs- und Leithandlung (Codebe-
schreibung sh. Tab. 10) auf die mittleren pH₁-Werte in den 23 mit Zangenbetauben-
gen arbeitenden Schlachtbetrieben (Anzahl der untersuchten Tiere je Betrieb
zwischen 22 und 31, vergl. Tab. 13).

Die Gruppendurchschnitte zeigen den positiven Einfluß einer sorgfältigen Ausführung von
Betäubung und Zutrieb auf den pH₁-Wert. Im Einzelfall kann allein die günstige Ausführungs-
variation eine positive pH-Wert-Entwicklung nicht gewährleisten (Schlachtbetriebe E, W, U)

	SMa		LDa		SMf		LDf		SMa v SMf v LDa v LDf	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
Schlachttier- körper insg.	711	100.0	711	100.0	711	100.0	711	100.0	711	100.0
PSE-Bereich (SM < 5.8) (LD < 5.6)	174	24.5	175	24.6	102	14.3	143	20.1	223	31.4
Verteilung auf:										
180 V n (242)	49	(20.3)	56	(23.3)	25	(10.3)	44	(18.8)	68	(28.1)
250 V n (357)	81	(22.7)	75	(21.0)	43	(12.1)	63	(17.7)	108	(30.3)
350 V n (30)	8	(26.7)	8	(26.7)	3	(10.0)	6	(20.0)	10	(33.3)
600 V n (82)	36	(43.9)	36	(43.9)	31	(37.8)	30	(36.6)	37	(45.1)

Tab. 15 : PSE-Häufigkeitsverteilung in den beurteilten Muskelpartien (SMa, LDa, SMf, LDf: sh. Tab. 12) nach vorausgehend unterschiedlichen Betäubungsmethoden. In der Spalte SMa v SMf v LDa v LDf sind alle Schlachttierkörper PSE-positiv gewertet, die in einem und/oder mehreren Teilbereichen die angegebenen Werte unterschritten

Zunahme der Geräteleistung und Zunahme der PSE-Frequenz zeigen eine deutliche Korrelation; die für die PSE-Beurteilung anfälligste Muskelgruppe ist im Versuchsdurchschnitt der Kotteststrang der aufgehängten Seite (LDa), die Schinkenmuskulatur der freihängenden Seite (SMf) weist demgegenüber die durchschnittlich geringste PSE-Rate auf

waren als in der 600 Volt-Gruppe, in der diese Quote mit 45,1 % sehr deutlich ansteigt (Abb. 22). Die PSE-Häufigkeitsverteilung, bezogen auf die unterschiedlichen Schlacht-tierkörperbereiche, ist in Tabelle 15 wiedergegeben. Kotelettstrang und Schinkenmuskulatur der aufgehängenden Schlacht-körperhälfte zeigen mit nahezu 25 % im Untersuchungsdurchschnitt eine hohe Anfälligkeit für die Erscheinungsform PSE. Demgegenüber ist die PSE-Frequenz mit 14,1 % im Schinken der freihängenden Hälfte erheblich reduziert.

Hinsichtlich der Blutungsneigung im Schinken sowie der Häufigkeit von anderen pathologisch-anatomischen Abweichungen (berücksichtigt sind Wirbelsäulen-, Beckenfrakturen und Adduktorenrisse) ergaben sich leichte Vorteile bei den Hochvoltbetäubungsmethoden (Tab. 16).

Zur Relativierung der ermittelten Fleischqualitätsparameter wurde die Handelsklasseneinstufung der nach diesen Kriterien untersuchten Schlachttierkörper festgehalten und in Tabelle 17 aufgeführt.

Bei der mündlichen Abfragung von Daten zur Fleischqualität in den Schlachtbetrieben (Fleischbeschautagebücher konnten aus organisatorischen Gründen nur in einem Teil der Betriebe eingesehen werden; auch hieraus ließ sich die Nachfrage nach der PSE- und Frakturhäufigkeit in nur unbefriedigendem Maße beantworten, da diese Mängel häufig unspezifiziert mit anderen Abweichungen - z.B. Abszesse, Rückenmuskelnekrose u.ä. - in einer Rubrik Teilschäden zusammengefaßt aufgelistet waren) konnten nur in geringem Umfang konkrete Ergebnisse ermittelt werden. Soweit Prozentangaben mitgeteilt wurden, lagen sie im Durchschnitt:

- pathologisch-anatomische Abweichungen betreffend bei 0,5 - 2 %
- substantielle Abweichungen betreffend bei 0,1 - 0,5 %.

Diese Angaben waren als Schätzwerte auf die Gesamtschlachtzahl je Schlachthof im Monat Oktober 1984 bezogen. Häufig wurde dieser Fragenkomplex jedoch mit Angaben wie: " selten, vereinzelt, nie " beantwortet. Aus diesen Gründen wurde auf eine differenzierte Darstellung dieser Einzelergebnisse verzichtet.

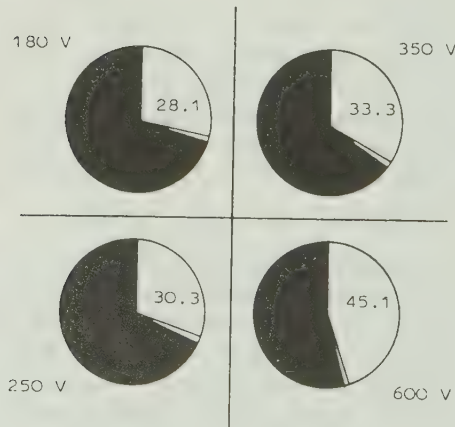


Abb. 22 : PSE-Häufigkeiten (Def. sh. S.77) nach unterschiedlich vorangegangenen Betäubungsmethoden mit Ausgangsspannungen vom 180 (n = 242), 250 (n = 357), 350 (n = 30) und 600 (n = 82) Volt (n = Anzahl der untersuchten Schlachttierkörper; weiße Kreisausschnitte stellen prozentualen PSE-Anteil dar; sh. Tab. 14)

Zunahme der Geräteleistung bedingt bei konstanter Gesamtschlachtdauer eine Steigerung der PSE-Frequenz

Voltage	180 V	250 V	350 V	600 V
(n)	(243)	(357)	(30)	(82)
	%	%	%	%
Blutungen	30.86	27.17	20.00	26.83
Verteilt auf:				
B ₁	81.33	80.41	100.00	77.27
B ₂	17.33	18.56	0.00	18.18
B ₃	1.33	1.03	0.00	4.55
andere patholog.	6.17	5.60	0.00	4.87

Tab. 16 : Häufigkeit und Ausmaß von Blutungen im Schinken der beurteilten Schlachttierkörper (n) nach vor-
ausgehend unterschiedlicher Betäubungsmethode
(B₁ = punktförmige, B₂ = fleckige, B₃ = großflä-
chige Blutungen); weiterhin sind die prozentual
anteiligen Schlachttierkörper mit anderen patholo-
gisch-anatomischen Abweichungen (Wirbelsäulen-,
Beckenfrakturen, Adduktorenrisse) angegeben.

Voltage	180 V	250 V	350 V	600 V
(n)	(243)	(357)	(30)	(82)
	%	%	%	%
Mastschweine:				
Hk1 E	1.7	0.6	13.3	0.0
Hk1 I (U)	35.4	33.8	33.3	97.6
Hk1 II (R)	46.1	37.8	50.0	2.4
Hk1 III (O)	2.9	3.1	3.3	0.0
ohne Klassifiz.	11.5	14.9	0.0	0.0
Sauen:	2.1	10.4	0.0	0.0

Tab. 17 : Vorgefundene Handelsklassenverteilung der unter-
suchten Schlachttierkörper, aufgegliedert nach der
vorangehend angewandten Betäubungsmethode.

4.4 Diskussion

4.4.1 Betäubungsapparatur

Die im Untersuchungsprogramm besichtigten Betäubungsgeräte lagen nach Herstellerangaben in Volt-Bereichen von 180 Volt (9 Geräte) bis 250 Volt (13 Geräte); mit Ausnahme eines Gerätes mit variablem Voltbereich von 250 bis 350 Volt, ccccsowie einer automatischen Betäubungsanlage mit Restrainer, welche zum Zeitpunkt der Untersuchung auf 600 Volt eingestellt war. Da bei der Auswahl der Schlachtbetriebe das Kriterium der Voltzahl der in den Betrieben zur Anwendung kommenden Betäubungsgeräte unberücksichtigt geblieben war, kann angenommen werden, daß die Verteilung der in der "Stichprobe" angetroffenen Apparaturen annähernd repräsentativ ist, zumal Betriebe unterschiedlicher Größe und Arbeitsorganisation am Versuch beteiligt waren.

Zunehmende Stundenschlachtzahlen erfordern eine Verkürzung der Betäubungszeit. Hierdurch ist zu erklären, daß in Schlachtbetrieben mit Stundenschlachtleistungen von 120 Schweinen und mehr Niedervoltgeräte nicht mehr zum Einsatz kommen. Jedoch bestätigt sich auch in kleineren Schlachtbetrieben ein Trend zu Geräten mit höherer Leistung.

Auffallend ist, daß die Gruppe der 180 Volt-Geräte, die meist auch älteren Herstellungsdatums sind und eine konventionelle Elektrik besitzen, im Durchschnitt die von den Herstellern angegebenen Nennleistungen erbringen. Im Gegensatz hierzu fallen einige der - häufig elektronisch gesteuerten - Geräte der 250 Volt-Klasse sehr stark von der angegebenen Voltzahl ab, sobald ihre Leistungen in dem konkreten - kleinsten - Widerstandsbereich abgefragt werden. Die Spannung sollte auch in diesem Bereich stabil bleiben, da nach Durchschlagung des relativ hohen Hautwiderstandes der Innenwiderstand der Schlachtschweine eine mittlere Größe von ungefähr 150 Ohm (MÜLLER und ENGELI, 1968; HOENDERKEN, 1978) annimmt.

Wichtig zur Aufrechterhaltung der Nennleistungen ist die Feststellung, daß der Wartungszustand von Versorgungsgerät und Zange von großer Bedeutung sind.

So führen Feuchtigkeit und Nässe über Korrosion zur Erhöhung des Gerätewiderstandes und/oder hoher Oxydationsgrad der Elektroden zu einer verringerten Kontaktfähigkeit, die ebenfalls über eine Widerstandserhöhung unterschiedliche Meßwerte für Stromstärke und Spannung bedingen. Durch diese Widerstandserhöhung kann der Betäubungsstrom stark abnehmen.

Zustand und Wartung der Geräte und Zangen waren in vielen Fällen unzureichend. Die Aufbewahrung der Betäubungsapparatur und deren Zubehör erfolgte nur in wenigen Betrieben in der geforderten Weise, das heißt, Säuberung und eventuelle Ausbesserung oder Auswechselung der Zangenelektroden, Unterstellung von Versorgungsgerät und Zange in trockenen Räumen.

Auch hinsichtlich des Arbeitsschutzes entsprach nur ein Teil der Geräte den zu fordernden Normen. Wenn nach FREIBERGER (zitiert nach OSYPKA, 1963) der menschliche Körper im ungünstigsten Fall einen Widerstand von 1300 Ohm darstellt, sollten die Geräte so ausgelegt sein, daß bei Widerständen oberhalb eines Wertes von 1200 Ohm die Zuschaltung des Betäubungsstromes ausbleibt.

4.4.2 Betäubungshandlung

Die Art und Weise der Durchführung der Betäubung ist abhängig von der Einrichtung der Betäubungsbucht, von einem Zeitfaktor, der festgelegt ist durch die Stundenschlachtleistung in Abhängigkeit von zusätzlichem Hilfspersonal (für Treiben, Anschäkeln, Stechen) sowie durch Typ und Leistung des Betäubungsgerätes. Im einzelnen:

- a) Großflächige, rechtwinklig ausgelegte Betäubungsbuchten erschweren die Arbeit von Betäuber und Anschäkler inso-

fern als größere Tiergruppen durch panikartiges Hin- und Herlaufen, gegenseitiges Aufspringen und Fluchtreaktionen die Standsicherheit des Personals negativ beeinflussen und somit ein ruhiges kontrolliertes Arbeiten beeinträchtigen. Mit zunehmender Entleerung der Bucht werden die Wege zwischen Betäuber und Schäkelevator weiter, die Tiere drängen in abgelegenste Ecken und die Anzahl der Treibkontakte mit der Zange nimmt zu. Ähnliche Beobachtungen wurden von SCHÜTT-ABRAHAM et al. (1983) beschrieben.

In doppelt angelegten Betäubungsbuchten wird das Eintreiben der Tiere in die freie Bucht durch die wahrnehmbaren Angstlaute aus der angrenzenden Bucht behindert. Unabhängig von der Art der Betäubungsbucht erschwert die geräuschintensive Rückführung der Schäkelhaken im Eingangsbereich der Bucht das Eintreiben der Schlachtschweine und führt über einen forcierten Einsatz der Treibhilfen zu erhöhter Unruhe.

- b) Stark verschmutzte, feuchte Elektroden- und Zangenbügel verringern den Isolationswiderstand der Zange. Die hierdurch zustandekommende Überleitung von Teilspannungen auf die Zangenbügel führt bei Berührung von nicht unmittelbar in die Betäubungshandlung einbezogenen Tieren zu einer weiteren Steigerung der Unruhe.
- c) In der Regel vergrößert sich mit zunehmender Schlachtleistung die Anzahl des Hilfspersonals. Im Grenzbereich tritt jedoch häufig die Situation auf, daß durch die gleichzeitige Bewältigung verschiedenster Aufgaben durch eine Person der Arbeitsablauf bestimmte Auflaufzeiten erfährt, die sowohl die Betäubungszeit als auch das Intervall zwischen Betäubung und Stechen ungünstig beeinflussen.

Verspätete Schäkelrückführung oder ungenügende Schäkel-

anzahl führte in einigen Fällen dazu, daß schon betäubte Schlachttiere nicht in unmittelbarem Anschluß dem Stechplatz zugeführt werden konnten und dies erst nach mehrmaligem Nachbetäuben oder mit wesentlich verlängertem Zeitintervall erfolgen konnte. Die von HOENDERKEN (1978) aufgestellte Forderung, daß die Schlachttiere spätestens 30 Sekunden nach Beendigung der Betäubungshandlung gestochen werden sollten, konnte hierbei nicht gewährleistet werden, so daß ein Wiedererlangen der Wahrnehmungsfähigkeit bei diesen Tieren zum Stechzeitpunkt nicht ausgeschlossen werden konnte.

- d) Zeitdruck und ungünstige Wegeverhältnisse von Betäubungsstelle und Anschäkelplatz führen zu vermehrtem Auftreten von Mißbrauchkontakten mit der Zange, d.h. zum Gebrauch der Zange als Treib- und Leithilfe. Die Vermeidung dieser Handlungsweise verlangt im positiven Fall ein größeres Zeitangebot, einen kontinuierlichen Arbeitsablauf, günstige Distanzverhältnisse und besonnenes Vorgehen der beteiligten Personen. Soweit nur eine dieser erforderlichen Konditionen nicht gegeben ist, wird auch die Häufigkeit des Wechselns der Elektrodenpositionen während der Betäubungsphase notwendig. Nach einem ersten, kürzeren Zangenkontakt, meist in einer günstig zu erreichenden Position z.B. Nacken/Nacken, wird die hierdurch erzeugte Kontraktionsphase der Muskulatur, die häufig einer Sprungbewegung gleicht, dazu benutzt, das Tier durch ein kurzes Herumreißen der Zange in die gewünschte Richtung zu dirigieren. Das auf diese Weise abgelegte Tier wird nun in einer, bedingt durch die Seitenlage, veränderten Elektrodenposition erfaßt, währenddessen durch eine Hilfsperson versucht wird, den Schäkelhaken an einer Hinterextremität zu befestigen. Sobald das Schlachttier durch den Zug des Elevators die Rückenlage einnimmt, wird nach erneutem Wechsel des Zangenzugriffs die endgültige und meist günstigste Position (bzw. die vermeintlich günstigste Position) z.B. Ohr/Ohr, Auge/Auge oder Stirn/Kehle eingenommen und für

kurze Zeit beibehalten.

Die Häufigkeit des Positionswechsels verringert die effektive Dauer der Betäubungszeit entscheidend, da zusätzlich zu der Zeitdauer, die das Vornehmen der Wechsel in Anspruch nimmt, die Zeit addiert werden muß, die zur Überwindung des Hautwiderstandes benötigt wird. Diese letztgenannte Zeitspanne vergrößert sich mit abnehmender Leistung der Betäubungsapparatur (SCHWARZ, 1960). Somit sind die oben aufgeführten absoluten Betäubungszeiten, bezogen auf die Leistungskapazität der Betäubungsgeräte, nur bedingt vergleichbar.

Solange jedoch freilaufende Tiere mit der Zange aus einer Gruppe herausgegriffen werden müssen, ist das zumindest einmalige Umsetzen der Zangenelektroden nahezu unumgänglich. Günstige Elektrodenpositionen (Auge/Ohr, Auge/Auge, und Ohr/Ohr) sind dann auch nicht einsetzbar, wenn durch den ersten Zangenzugriff die Tiere aus der Gruppe isoliert und gleichsam in eine vorteilhafte Distanz zum Schäkelelevator bewegt werden sollen.

Hinsichtlich des Umgangs mit den Tieren vor der Schlachtung kann festgestellt werden, daß die in der Literatur vorgegebenen Erkenntnisprozesse sich nur in geringem Maße in der Schlachthofpraxis widerspiegeln.

Soweit dies die Schlachthofeinrichtung betrifft, wurden, bedingt durch Platzangebot und Art der baulichen Gegebenheiten, Zwischenlösungen vorgefunden, die mögliche Kompromisse zwischen vorhandenen und rezent entwickelten Praktiken zuließen.

Sowohl die Beschaffenheit der Wartebuchten, die Belegungszahl pro Wartebuchtfäche, die Gruppenzugehörigkeit der Schlachttiere als auch die Wartezeit selbst betreffend, schienen die jeweils angetroffenen Verhältnisse stärker von örtlich bedingten technischen Verfahrensweisen als von tierartgerechten Aspekten beeinflusst.

So war auch der Treib- und Leitvorgang der Schlachtschweine von der Wartebucht zum Betäubungsplatz in seiner Ausführungsweise in hohem Maße von den vornehmlich zeitlich festgelegten Handlungsabläufen vorgeschrieben. Nur in Ausnahmefällen wurde in tierartgerechtem Sinne versucht, bauliche Ungegebenheiten durch relativ einfache, jedoch wirkungsvolle Maßnahmen (z.B. Einstreu in Wartebucht und Treibgängen - hierdurch starke Ablenkung der Tiere, gekoppelt mit maßvollem Treibeinsatz) auszugleichen.

Weitgehende Anpassung an neuerliche Untersuchungsergebnisse war nur an einem Schlachthof, der gleichzeitig mit einer automatischen Hochvoltbetäubungsanlage arbeitete, gegeben.

4.4.3 Auswirkungen der elektrischen Betäubung und deren Anwendungsvariationen auf die Fleischqualität

In der vorliegenden Untersuchung wurden Kriterien der Fleischqualität zur Prüfung der Streßeinwirkung während der unterschiedlichen Betäubungsmethoden und ihrer Vorbereitungshandlungen eingesetzt. Die ausgewählten Parameter pH_i -Wert-Verhalten und Blutungsneigung sind nach van der WAL (1972, 1978) ein Gradmesser für das Ausmaß des Stresses, dem die Schlachttiere vor und während der Betäubungshandlung unterliegen, indem sie ursächlich durch die Ausschüttung von Stresshormonen bedingt werden.

Bezüglich der pH_i -Wert-Entwicklung zeigen die Ergebnisse der hier durchgeführten Untersuchungen, daß mit zunehmender Betäubungsspannung die Belastung für den Organismus ansteigt und die durchschnittlichen pH_i -Werte innerhalb der entsprechenden Kollektive für 180, 250, 350 und 600 Volt kontinuierlich in dieser Reihenfolge abfallen.

Dieses widerspricht Untersuchungsergebnissen von GIBKE und GLEES (1964) und SCHÜTT-ABRAHAM et al. (1983), die bei Vergleichen zwischen Niedervolt- und Elektroschock- bzw. Hochvoltbetäubungsanlagen keine unterschiedlichen oder aber positivere pH_i -Wert-Entwicklungen innerhalb der Untersuchungsgruppen fanden, in denen die Tiere mit Geräten höherer Leistung betäubt wurden.

Dieser Widerspruch ist teilweise dadurch zu erklären, daß die erwähnten Untersuchungen unter nahezu feststehenden Versuchsbedingungen an jeweils einem Schlachthof durchgeführt wurden und somit lediglich die Betäubungsspannungen und damit verbunden die Betäubungszeiten variierten. Denn die Vorteile der Hochvoltbetäubung liegen nach van der WAL (1973, 1978) und AUGUSTINI (1983) vor allem in einer wesentlichen Verkürzung des gesamten Schlachtablaufes, d.h. in der Verkürzung des Intervalls zwischen dem Beginn der Betäu-

bungshandlung und dem Zeitpunkt des Stechens. Nach SCHEPER (1977) führt schon eine Verlängerung der Gesamtschlachtdauer von jeweils 5 Sekunden - bei konstanter Betäubungsstromstärke - zu einer durchschnittlichen Senkung des zu erwartenden pH_1 -Wertes von 0,02 bis 0,03 pH-Einheiten je Verlängerungsintervall. Die Catecholaminausschüttung wird durch die Zeitverkürzung reduziert und der pH-Abfall trotz kurzfristig stärker auftretenden tonisch klonischen Krampfaktivitäten aufgefangen (AUGUSTINI, 1983).

In beiden Schlachtbetrieben jedoch, die im Rahmen des Untersuchungsprogramms die Betäubung der Schlachtschweine mit Hochvoltanlagen ausführten, wurden, vornehmlich bedingt durch bauliche Unzulänglichkeiten (d.h.: große räumliche Entfernung von Betäubungsplatz und Stechstelle), die Vorzüge einer verkürzten Betäubungszeit (ca. 6 Sek. bei 300 Volt, 2 Sek. bei 600 Volt) durch übermäßig verlängerte Intervalle zwischen der Beendigung der Betäubung und dem Stechzeitpunkt aufgehoben. In den Untersuchungsgruppen 180, 250 und 600 Volt errechnen sich jeweils gleiche durchschnittliche Zeitintervalle, ausgehend vom Beginn der Betäubungshandlung bis zum Stechen, von annähernd 24 Sekunden, in der 350 Volt-Gruppe von nahezu 30 Sekunden.

Dennoch erscheint der negative Einfluß von sehr hohen Betäubungsstromstärken auf die Fleischreifung unverkennbar, wenn berücksichtigt wird, daß in beiden "Hochvoltbetrieben" der Umgang mit den Tieren vor der Schlachtung überdurchschnittlich gut war, die Ausführung der Zangenbetäubung mit der 350 Volt-Anlage positiv beurteilt wurde und die mittleren pH_1 -Werte doch nicht das Niveau von Betrieben mit vergleichbarer Beurteilung aus anderen Kollektiven erreichten. Die durchschnittlichen pH_1 -Werte in diesen letztgenannten Betrieben (d.h. Schlachthöfe, deren Vorbereitung und Ausführung der Betäubungshandlung mit guten Beurteilungen bewertet wurden; sh. Tab. 14) lagen meist erheblich über dem Untersuchungsdurchschnitt.

TROEGR und WOLTERS DORF (1986) verglichen die Auswirkungen von Hochvolt- und Elektroschockbetäubungen bei liegend entbluteten Schlachtschweinen auf die pH_1 -Wert-Entwicklung. Eine Differenz von durchschnittlich 0,2 pH-Einheiten zeigte hierbei einen negativen Effekt der Hochvoltbetäubung mit oder ohne vorgeschaltetem Restrainer vergleichend zu einer sorgfältig durchgeführten Schockbetäubung mit vorausgegangenem schonenden Treibvorgang auf.

Daß ein schonender Umgang mit den Schlachttieren vor der Betäubung und die kundige Ausführung der Betäubungshandlung neben einem geeigneten Stromstärkebereich von entscheidender Wichtigkeit für die zu erwartende Fleischqualität sind, zeigen die Ergebnisse der Erhebung, indem vornehmlich Betriebe mit positiver Beurteilung günstige pH_1 -Mittelwerte erreichten.

Das unterschiedliche Verhalten der pH_1 -Mittelwerte drückt sich auch in der PSE-Häufigkeitsverteilung aus. Hierbei kommt es mit zunehmender Steigerung der Betäubungsspannungen zu einem deutlichen Anstieg an PSE-Vorkommen, in der Art, daß der prozentuale Anteil von 28,1 innerhalb der 180 Volt-Gruppe auf 45,1 innerhalb der 600 Volt-Gruppe ansteigt. Dieser extreme Anstieg kann nicht lediglich durch die Beurteilung unterschiedlicher Tierkollektive begründet werden - Schlachttierkörper in den Hochvoltgruppen wurden durchschnittlich höher klassifiziert als in den Vergleichsgruppen (sh. Tab. 17) -, sondern erscheint auch als Reaktion der außergewöhnlich hohen Streßbelastung während der Applikation hoher Betäubungsströme. Denn nach AUGUSTINI (1983) bestehen zwar antagonistische Beziehungen zwischen dem Fleisch-Fett-Verhältnis und der Fleischqualität, indem Fleischbeschaffheitsmängel mit Zunahme der Muskelfülle häufiger auftreten, nach ROTHFUß et al. (1984) überlagert jedoch die Streßbelastung, der die Tiere während des Schlachtvorganges unterliegen, die Auswirkungen der mit der Muskelfülle korrelierten Streßempfindlichkeit.

Daß der Erscheinungsform PSE-Fleisch in der Praxis immer noch untergeordnete Bedeutung zugemessen wird, ist ersichtlich aus der Tatsache, daß die ermittelten Ergebnisse über das tatsächliche Auftreten von PSE-Häufigkeiten (Untersuchungsdurchschnitt 31,4 %) und die von amtlichen Stellen erhaltenen Angaben über auftretende Beanstandungsquoten (0,1 - 0,5 %) nahezu deckungsgleich mit dem von REUTER (1982) beschriebenen Widerspruch sind, der dieses Problem nach den 1981 an einem süddeutschen Schlachthof erhobenen Befunden aufzeigte.

Bezüglich des Auftretens von Blutungen im Schinken sowie anderer pathologisch-anatomischer Abweichungen (Wirbelfrakturen, Beckenfrakturen, Adduktorenrisse) ergaben sich leichte Vorteile zugunsten der Hochvoltbetäubungsmethoden. Dennoch konnten trotz des Restrainereinsatzes innerhalb der 600 Volt-Untersuchungsgruppe sowohl die Blutungs- als auch die Frakturhäufigkeit nicht wesentlich gemindert werden.

Mit zunehmender Betäubungsstromstärke und hieraus resultierendem steigenden Effektivitätsgrad der Betäubungswirkung reduzierte sich die Krampfaktivität. Gleichzeitig verringerte sich die Differenz der pH_1 -Werte zwischen den Meßbereichen in aufhängender und freihängender Schlachtkörperhälfte. Inwieweit dieser Befund das Ergebnis eines ruhigeren Hängeverhaltens am Hinführungsband zum Stechplatz widerspiegelt oder aber aus den absolut gesehenen niedrigen pH -Werten innerhalb der Hochvoltgruppen zu begründen ist, indem ein weiterer Abfall in den niedrig vorgefundenen Bereichen verlangsamt wird, kann mit Hilfe der vorliegenden Untersuchungsergebnisse nicht geklärt werden. Neuere Untersuchungen zeigen, daß im Liegen entblutete Schlachtschweine bis zu 0,5 pH -Einheiten günstigere Werte erbringen, als die nach konventioneller Methode im Hängen entbluteten Schlachttiere (TROEGER und WOLTERS DORF, 1986).

Die Fleischhygieneparameter wurden deshalb in das Untersuchungsprogramm aufgenommen, weil hierdurch positive - und dann auch wirtschaftlich interessante - Auswirkungen auf eine tierschutzgerechte Ausführung der Betäubung erwartet wurden. Die in diesem Zusammenhang eingesetzten, wirtschaftlich bedeutsamen Beurteilungskriterien lassen in der angelegten Versuchsdurchführung, die eine Vielzahl von mitbestimmenden Ursachen erfaßte, folgende Rückschlüsse auf die Betäubungsmethoden zu:

- Die Fleischbeschaffenheit weist in allen Untersuchungsgruppen große Mängel auf (PSE-Häufigkeit 28,1 % bis 45,1 %, Punktblutungen im Schinken 26,8 % bis 30,9 %).
- Hochvoltbetäubungsmethoden erbringen keine Vorteile in Bezug auf die Fleischqualität; vornehmlich die Ausprägung von PSE-Abweichungen wird hierdurch begünstigt.
- Schonender und kundiger Umgang mit den Tieren vor und während der Betäubungshandlung führt bei Anwendung geeigneter Betäubungsspannungen (und damit verbundenen Betäubungsstromstärken) von 180 bis 250 Volt zu besserer Fleischbeschaffenheit.

4.4.4 Betäubungspersonal

Neben der Optimierung von Einrichtung- und Betäubungsapparatur hat die Ausführung der Betäubungshandlung eine entscheidende Bedeutung. Im Untersuchungsablauf konnte häufig festgestellt werden, daß zum Teil vorbildliche Einrichtungenanlagen durch unkoordinierte und zum Teil fehlerhaft ausgeführte Handlungsschemata negative Ergebnisse erbrachten, während augenscheinlich ungünstige Vorbedingungen durch besonnenes, routiniert ausgereiftes Handeln ins Positive gekehrt werden konnten. Hierbei kann dem Personal eine Hauptschuld selbst nicht angelastet werden. Solange die Arbeit in der Betäubungsbucht gleichsam als Sanktion aufgefaßt und bewertet wird, oder etwa Schlachterlehrlinge im ersten und im zweiten Lehrjahr diese körperlich äußerst belastende Arbeit erfüllen sollen, erscheinen die ungünstigen Auswirkungen kaum vermeidbar. Dies vor allem dann, wenn hohe Stundenleistungen und besonders auch hohe Tages-schlachtzahlen hinzukommen.

"Dem Tier ist nicht gedient, wenn nicht zu einer tiergerechten auch eine menschengerechte Lösung hinzukommt. Die größte Tierliebe muß erlahmen, wenn der arbeitende Mensch durch Arbeitslast, Verantwortung, Zeitdruck, widrige Arbeitsbedingungen, alltäglich wiederkehrende Monotonie, mangelnden Urlaub oder unbefriedigendes Arbeitseinkommen übermäßig beansprucht wird." (HAMMER, 1981). Diese Feststellung zum Thema der artgemäßen Tierhaltung kann ungekürzt auf die zum Teil verrohende Arbeitsatmosphäre im Betäubungsbereich der Schlachthofpraxis bezogen werden.

Der Ausbildungsstand des Personals in Hinblick auf die elektrische Betäubung war in vielen Fällen unzureichend.

Dies insbesondere den Kenntnisstand betreffend

- die Ausführung
- die Wirkungsweise
- die Funktionsweise und Wartung der Geräte.

Die teils unzureichende Bedeutung, die also offensichtlich dem Betäubungsvorgang in der Praxis beigemessen wird, findet mittelbar sogar Ausdruck in der wenig ausführlichen Behandlung dieses Themas in der Ausbildungsliteratur (KEIM, 1981). Dies wird neben der Erfahrungssammlung aus Gesprächen auch an den Betäubungszeiten sichtbar. Bedingt durch die Unsicherheit des Betäubungspersonals, teilweise wohl auch hervorgerufen durch die Beobachtungssituation, wird die Betäubung solange durchgeführt, bis die Tiere eine völlige Bewegungslosigkeit zeigen, die dann als Tod gedeutet wird. Die angewandten Betäubungszeiten stehen in den meisten Fällen in einem völligen Mißverhältnis zu den von den Apparaturenherstellern und in der Fachliteratur angegebenen Zeiten. Außerdem weisen die Häufigkeitsverteilungen der routinemäßig angewandten Elektrodenpositionen sowie die Anzahl der Positionswechsel bei einem Betäubungsvorgang auf dieses Problem hin.

Die Untersuchungsergebnisse zeigen eindeutig, daß in viel zu hohem Maße ungünstige Elektrodenpositionen gewählt werden.

Nur in wenigen Schlachtbetrieben waren die Betriebselektriker in der Lage, genauere Angaben zu den Betäubungsgeräten zu geben. Häufig waren Bedienungs- und Wartungsanleitungen nicht mehr vorhanden.

In den Betrieben, in denen gut unterrichtete Betriebselektriker oder interessierte Personen aus dem Bereich des Betriebsmanagements das Betäubungspersonal in ausreichender Form unterwiesen hatten, wurde die Betäubungshandlung auch unter der Beobachtung wesentlich sicherer ausgeführt. Von MICKWITZ und LEACH (1977) forderten nach umfangreichen Untersuchungen zur Schlachttierbetäubung in der EG Richtlinien

und Ausbildungsmaterialien, in denen neben einer Vereinheitlichung der Betäubungsmethoden besonders auch die Art und Weise der Betäubungsdurchführung berücksichtigt wird.

Was die kritischen Beobachtungen anbetrifft, muß bei der Beurteilung der Ergebnisse schließlich auch noch beachtet werden, daß trotz der Unruhe und einer eventuellen Verunsicherung das Personal durch die Untersuchungssituation zu einer gewissenhafteren Ausführung ihrer Handlungsweisen angespornt wurde. Dies wurde besonders dann ersichtlich, wenn Betriebe ein zweitesmal zum Zwecke der Nachmessung an den Betäubungsgeräten besucht wurden. Während bei der Hauptuntersuchung, eingeleitet durch langfristige Zeitabsprachen und Einführung unter Beteiligung der Amtstierärzte, positive Gesamtbeurteilungen ausgesprochen werden konnten, verkehrte sich das Bild beim kurzfristig abgesprochenen zweiten Besuch ins Gegenteil. Standen beim Erstbesuch genügend Arbeitskräfte zur Bewältigung der einzelnen Arbeitsabschnitte zur Verfügung, mußten später unterschiedliche Handlungen durch eine Person ausgeführt werden. Dies führte besonders in den angesprochenen Grenzfällen Personal/Schlachtzahl dazu, daß zuerst mehrere Tiere hintereinander betäubt wurden, die auf diese Weise abgelegten Schlachtschweine nach und nach angeschäkelt und schließlich, nach bedeutend größerem Zeitintervall, wiederum in einem Arbeitsgang, gestochen wurden.

In diesem Zusammenhang kann festgestellt werden, daß tierärztlicherseits sowohl in Hinblick auf den Umgang mit den Tieren vor der Schlachtung, als auch am Ablauf der Betäubungshandlung größeres Interesse oder Aufsichtsbereitschaft nicht immer gegeben waren.

Abschließend kann sowohl den Tierschutz als auch die Fleischhygiene betreffend festgestellt werden, daß weniger die Methode als solche, sondern vornehmlich das "Wie" der Anwendung nach Abwägung aller Untersuchungsbefunde die ur-sächliche Bedeutung erfährt.

In durchschnittlich 76 % der Untersuchungsfälle war die Anwendungsweise der Betäubungsmethoden mangelhaft, so daß eine optimale Stromzuführung zum Schlachttier nicht gegeben war und somit Nebeneffekte wie ungenügende Betäubungswirkung als auch substantielle und pathologisch-anatomische Mängel in der Fleischbeschaffenheit vorprogrammiert sind.

5. Schlußfolgerungen

Eine günstige Übertragung des Betäubungsstromes zum Gehirn der Schlachtschweine ist nur durch die Elektrodenpositionen Auge/Auge, Auge/Ohr und Ohr/Ohr gewährleistet. Demgegenüber ist die Übertragungsfähigkeit der in der Praxis üblicherweise (zu 70 %) angewandten Positionen Nacken/Nacken und Stirnbereich/Kehle um meist mehr als 50 % reduziert. Weniger als die Hälfte der zur Verfügung stehenden Betäubungskapazität der Geräte wird hierbei genutzt.

Unzureichende Ausgangsleistungen der Betäubungsapparaturen können auch durch günstige Übertragungswege nicht kompensiert werden. Unter Verwendung von Niedervoltbetäubungsanlagen (70 - 90 Volt) ist eine tierschutzgerechte Betäubung von Schlachtschweinen nicht möglich.

Die Lösung der Problembereiche bei der elektrischen Betäubung von Schlachtschweinen ist durch die alleinige Veränderung der Betäubungsanlagen - d.h. Übergang zu Geräten mit höherer Leistung - nicht möglich. Zwar erhöht sich mit zunehmender Geräteleistung der Anteil an effektiv betäubten Schlachttieren auch bei Anwendung von ungünstigeren Elektrodenpositionen, es verstärkt sich jedoch auch der negative Einfluß auf die Fleischbeschaffenheit, wenn Ausführungsvariation und Schlachtorganisation (d.h. optimale Stromzuführung, Verkürzung der Zeit bis zum Entbluten) nicht in entsprechendem Maße angepaßt sind.

Fleischqualitätsabweichungen bei fehlerhaft durchgeführten Betäubungen mit hohen Betäubungsströmen sind vor allem durch niedrige pH_1 -Werte und damit durch hohe PSE-Anteile charakterisiert.

Sowohl Funktions- als auch Wartungszustand der Geräte sind häufig unzureichend. Hinsichtlich des Arbeitsschutzes und des Tierschutzes müssen regelmäßige Wartungsintervalle und Funktionskontrollen gefordert werden.

Die Effektivität der elektrischen Betäubung wird vornehmlich durch ihre Anwendungsvariation bestimmt. Hier jedoch, für die Vorbereitungshandlungen, die Ausführung und die Funktionsweise der Geräte hat das Personal nicht immer ausreichende Kenntnisse. Offensichtlich führt das Herausgreifen der Tiere aus der Bucht zu einer ungenügenden Elektrodenplatzierung. Im besonderen werden in viel zu hohem Maße (Untersuchungsdurchschnitt 76 %) fehlerhafte, in der routinemäßigen Schlachtpraxis leichter einzunehmende Elektrodenplatzierungen bei den Zangenbetäubungsmethoden angewandt.

Hier wäre die Vereinheitlichung von Anwendungsmethoden und Ausbildungsrichtlinien ein Ansatzpunkt zu Verbesserungen. Alleinige Anwendungskontrollen ohne gleichzeitige Verbesserung der Arbeitsbedingungen - Anleitung, Einrichtungsverhältnisse, Status des Betäubungspersonals am Schlachthof - haben keine verändernde Wirkung.

Die Untersuchung, beispielhaft durchgeführt an Schlachthöfen in Niedersachsen, hat gezeigt, daß in Hinblick auf einen wirklich tierschutzgerechten Einsatz der elektrischen Betäubungsmethoden bei Schlachtschweinen noch viele Verbesserungen möglich und notwendig sind.

6. Zusammenfassung

Neuere Untersuchungen zur elektrischen Betäubung von Schlachtschweinen haben die mit ihr verbundenen Problembe-
reiche - Abhängigkeit der Betäubungseffektivität von der
Leistung und Handhabung der Betäubungsapparaturen - deutlich
aufgedeckt. Kernpunkt dieser Untersuchungen war, daß eine
effektive Betäubungswirkung bei allen Schlachtschweinen in
der routinemäßigen Schlachthofpraxis nur durch Betäubungs-
spannungen von mindestens 300 Volt zu gewährleisten ist;
erst hierdurch konnte auch bei ungünstigen Übertragungswegen
des Betäubungsstromes auf das Schlacht tier der für die Aus-
lösung einer effektiven Betäubung notwendige, essentielle
Stromstärkewert von 1,25 Ampere erreicht werden.

Dieser positive Effekt von hohen Betäubungsspannungen rela-
tiviert sich jedoch, weil neuerdings festgestellt wurde, daß
sie zu einer stärkeren Ausprägung von Fleischbeschaffen-
heitsmängeln führen können. Da gleichzeitig in der Bundesre-
publik Deutschland noch überwiegend mit Anlagen von 70 bis
250 Volt gearbeitet wird, sollte, ausgehend von einer expe-
rimentellen und einer praktischen Teilfrage, ein Span-
nungsbereich ermittelt werden, in dem eine effektive Betäu-
bung garantiert wird, gleichzeitig aber die ungünstigen
Auswirkungen auf die Fleischqualität gemindert werden.

Im ersten Teil der vorliegenden Arbeit wurde zunächst die
noch nicht endgültig geklärte Streitfrage nach der Aus-
gleichbarkeit von niedrigen Ausgangsspannungen und den
hierdurch erreichbaren Stromstärken durch geeignete Anwen-
dungsmethoden bei der Betäubung überprüft.

Zu diesem Zwecke wurde an 9 transport- bzw. aufstellungsbe-
dingt verendeten Schlachtschweinen mit unterschiedlichen
Vorbedingungen (Betäubungsspannungen von 87,5 und 300 Volt,
trockener und feuchter Hautzustand) die Überleitungsfähig-

keit des Betäubungsstromes, abhängig von unterschiedlichen Positionen der Zangenelektroden, auf das Gehirn der Tiere untersucht.

Eine günstige Übertragung des Betäubungsstromes war nur durch die Elektrodenpositionen Auge/Auge, Auge/Ohr und Ohr/Ohr gegeben. Demgegenüber war die Übertragungsfähigkeit bei den in der Praxis am häufigsten angewandten Positionen Nacken/Nacken und Stirnbereich/Kehle um mehr als 50 % reduziert. Zu geringe Ausgangsleistungen der Betäubungsanlagen konnten auch durch günstige Übertragungswege nicht ausgeglichen werden. Der als Schwellenwert zur Auslösung einer effektiven Betäubungswirkung festgesetzte Spannungswert am Gehirn, der innerhalb der 300 Volt-Untersuchungsreihe in der Elektrodenposition Nacken/Nacken ermittelt wurde, konnte mit Hilfe der Niedervoltanlage in keiner Versuchseinstellung erreicht werden.

Im zweiten Untersuchungsteil wurden an 24 niedersächsischen Schlachthöfen Daten zur routinemäßigen Praxis der elektrischen Betäubung bei 1429 Schlachtschweinen erhoben. Einbezogen in die Untersuchungen waren Beobachtungen zum Umgang mit den Tieren vor und während der Betäubungshandlung. Aus dem angegebenen Kollektiv wurden an 712 Tieren die pH_1 -Werte sowie das Auftreten von pathologisch-anatomischen Abweichungen registriert. An allen besuchten Schlachthöfen wurden die Betäubungsanlagen in Bezug auf ihren Wartungs- und Funktionszustand kontrolliert. Die Gerätekontrolle erfolgte dabei unter Verwendung einer hierzu angefertigten Meßapparatur über vorgegebene Testwiderstände von 150, 300, 600 und 1200 Ohm. Die wichtigsten Ergebnisse dieses Untersuchungsteils waren:

- mit zunehmender Ausgangsleistung der Betäubungsgeräte - beurteilt wurden Betäubungsapparaturen von 180 (9 Geräte), 250 (13), 350 (1) und 600 Volt (1) - erhöhte sich der

Anteil der effektiv betäubten Schlachtschweine, gleichwohl verstärkten sich die negativen Einflüsse auf die Fleischqualität, die sich vor allem in einem Abfall der mittleren pH_1 -Werte und damit in einer Erhöhung der PSE-Rate wieder spiegeln.

- die Ausprägung von Fleischqualitätsabweichungen nahm zu, wenn bei einer Umrüstung von konventionellen Elektroschockanlagen zu Hochvoltanlagen nicht gleichzeitig schlachttechnische Maßnahmen (d.h. optimale Stromzuführung, Verkürzung der Zeit bis zum Entbluten) entsprechend angepaßt wurden.
- die Ausführungsvariationen der elektrischen Zangenbetäubung mit 180, 250 und 350 Volt waren in hohem Maße fehlerhaft. Zu 76 % der Untersuchungsfälle wurden, ursächlich bedingt fehlende Fixationsmöglichkeiten der Tiere, Elektrodenpositionen gewählt, die vorhandene Kapazitäten der Betäubungsapparaturen zu meist weniger als 50 % ausnutzen konnten.
- die fehlerhafte Applikation der Betäubungsströme findet unmittelbar ihren Ausdruck in der hohen Häufigkeitsquote der Fleischqualitätsabweichungen. Im Untersuchungsdurchschnitt (bei 712 beurteilten Schlachttierkörpern) wurden ermittelt:

Punktblutungen im Schinken:	28,1 %
Wirbelsäulen-, Beckenfrakturen, Adduktorenrisse:	5,5 %
PSE-Ausprägung:	31,4 %
- Überdurchschnittlich positive pH_1 -Wert-Entwicklungen konnten nur in den Schlachtbetrieben nachgewiesen werden, in denen die Ausführung der Betäubungshandlung möglichst ohne mehrmaliges Ansetzen der Betäubungszange in schonender Weise mit Betäubungsspannungen von 180 bis 250 Volt durchgeführt wurde.

Die Ergebnisse der Untersuchung zeigen also, daß mit Hilfe von Niedervoltanlagen eine tierschutzgerechte Betäubung

nicht durchführbar ist. Bei 180 und 250 Volt-Anlagen variiert die Betäubungseffektivität mit der sachgemäßen Ausführung des Betäubungsvorganges. Bei Hochvoltbetäubungsmethoden überlagern die negativen Auswirkungen auf die Fleischqualität die positiven Aspekte der auch bei fehlerhaft ausgeführten Betäubungshandlungen effektiveren Betäubungswirkung.

7. Summary: Pilot Experiments and Field Study on the Effectivity of the Electrical Stunning of Pigs with Respect to Aspects of Animal Welfare, Technology and Meat Quality

Recent research into the electrical stunning of pigs for slaughter has clearly revealed the problems involved in the usage and performance of the stunning apparatus. The conclusion of this research has been that effective routine stunning of pigs in the slaughterhouses can only be guaranteed with the use of a minimum of 300 volts. Only with such a voltage can the current strength of 1,25 ampere (considered necessary for the triggering of an effective stunning) be achieved, despite unfavourable methods of transferring the stunning charge to the animal.

The positive effect of high stunning charges becomes questionable in so far as it has been found out more recently that they can lead to stronger occurrences of minor meat quality. Seeing that in the Federal Republic of Germany apparatuses from 70 to 250 volts are still predominantly used a charge range should be worked out guaranteeing effective stunning as well as reducing adverse influences on meat quality.

In the first part of this report it is discussed whether it is possible to balance a low initial voltage (and hence the currents reached) against more efficient methods of usage in order to obtain a more effective result of stunning.

Therefore, the effect of various electrode positions on the conduction of the stunning current to the brains of 9 pigs which had died during transport or in the yards was examined under differing preconditions (stunning voltages from 87,5 and 300 volts, dry and moist skin conditions). An acceptable transfer of the stunning charge was only possible with elec-

trode positions eye/eye, eye/ear and ear/ear. In contrast the most commonly used positions in practice neck/neck and frontal area/throat result in transfer being reduced by more than 50 %. Excessively low initial power output from the stunning apparatus could not be balanced by more effective methods of transfer. The voltage across the brain determined as threshold for triggering an effective stunning (previously ascertained in the 300 volts series of experiments with the electrode position neck/neck) could not be achieved in any of the trials using the low voltage apparatus.

In the second part of the investigations at slaughterhouses in Lower Saxony (Niedersachsen) data were gathered on routine electrical stunning of pigs for slaughter: so 1429 pigs at 24 slaughterhouses were assessed on their behaviour at stunning. Included in these investigations were observations of the handling of the animals before and during the stunning procedure. On 712 of the above mentioned animals the pH_1 and any pathological-anatomical defects were recorded. At all visited slaughterhouses the stunning equipment was checked with respect to its functional conditions and servicing. This examination was carried out in that a purpose built measurement apparatus was used giving test resistances of 150, 300, 600 and 1200 ohm. The most important results of this part of the investigations were as follows:

- along with rising initial charges of the stunning apparatuses (checks referred to 180 - 9 apparatuses -, 250 - 13 -, 350 - 1 - and 600 volts - 1 -) the number of effectively stunned pigs increased, however, strong negative influences on meat quality could be observed in connection with a decrease of average pH_1 -values and hence an increase of the PSE-condition-rate.

- in case of conventional electrocuting apparatuses being replaced by high voltage apparatuses there was an increase in occurrence of inferior pork quality unless at the same time slaughter techniques were modified accordingly: correct conduct of the current, reduction of the time lapse between the commencement of stunning and the moment of sticking.
- Performance variations of electrical tonguestunning with 180, 250 and 350 volt charges were highly inadequate. In 76 % of the cases investigated electrode positions had been chosen which in most of the cases could make use of less than 50 % of the actual capacities of the stunning apparatuses (considering the fact that there were no fixation facilities).
- There was an obvious correlation between inadequate application of stunning charges and high occurrence of minor pork quality. Average figures in the investigation of 712 carcasses were as follows:

pin-point bleedings in the hams	28,1 %
fractures of spine and pelvis, ruptures of adductor muscles	5,5 %
PSE-condition-rate	31,4 %
- above average positive pH_1 -figure-developements could only be found in these slaughterhouses in which stunning could be carried out in a reasonable way with the stunning charges ranging from 180 to 250 volts if possible avoiding repeated contacts with the stunning tongues.

The results of the investigation show that with the use of the low voltage equipment, a stunning in accordance with animal welfare is not practicable. Using a 180 and 250 volt equipment the effectiveness of the stunning varies with the procedure by which it is carried out. The negative influences on meat quality in connection with high voltage stunning methods are more predominant than the positive aspects on more effective stunning even in case of inadequate stunning procedures.

8. Literaturverzeichnis

- AUGUSTINI, C., 1983. Ursachen unerwünschter Fleischbeschaffenheit beim Schwein. *Fleischwirtsch.* 63 (3): 297-307
- BLOMQUIST, S.M., 1958. Beobachtungen bei der elektrischen Betäubung von Schweinen. I. Beschreibung der elektrischen Betäubungseinrichtung und ihrer Anwendung. *Fleischwirtsch.* 10 (8): 543-545
- BLOMQUIST, S.M., 1958 a. Beobachtungen bei der elektrischen Betäubung von Schweinen. II. Die Wirkung der elektrischen Betäubung auf das Bewußtsein der Tiere. *Fleischwirtsch.* 10 (9): 592
- BOLLWAHN, W., 1980. Anästhesie und Sedation. in: *Klinik der Schweinekrankheiten*. Hrsg. W. SCHULZE et al. Verlag M. u. H. Schaper, Hannover
- BÜCH, H.P., BÜCH, U., 1980. Narkotika. in: *Allgemeine und spezielle Pharmakologie und Toxikologie*. Hrsg. W. FORTH et al. - 3. überarb. Aufl. - Bibliographisches Institut. Mannheim, Wien u. Zürich
- CARDING, T., 1971. Welfare of animals slaughtered for meat. World Federation for the protection of animals. Report No. 7, Zürich
- CORSTIAENSEN, G.P., de KRUYF, J.M., van LOETESTIJN, J.G., 1977. Waterhuishouding in slachterijen en vleeswarenbedrijven; het douchen van slachtvarkens. *Tijdschr. Diergeneesk.* 102: 1138-1143
- CROFT, P.G., 1952. Problems of electrical stunning. *Vet. rec.* 64: 255-258

CROFT, P.G., HUME, C.W., 1956. Electric stunning of sheep.
Vet. rec. 68: 318-321

DIXON, W.J., (chief ed.), 1983, BMDP Statistical software.
Revised printing, Berkley: University of California
Press

DRAWER, K., 1984. Schlachttierbetäubung - Kein Thema mehr
in Deutschland? Fleischwirtsch. 64 (9): 993

DRAWER, K., ENNULAT, K.J., 1977. Tierschutzpraxis.
Gustav Fischer Verlag, Stuttgart und New York

DRAWER, K., GRÄTZ, H., 1984. Automatische Hochvoltbetäu-
bungsanlagen mit Restrainer. Beobachtungen über den
tierschutzgerechten Umgang mit Schlachtschweinen.
Fleischwirtsch. 64 (9): 1041-1051

FISCHER, K., 1984. Aufstellungsdauer, Transportablauf und
Auswirkungen auf PSE und DFD bei Schwein bzw. Rind.
Seminar der Arbeitsgruppe privater Schlachthöfe und
Fleischmärkte e.V., Essen, 26.Oktober

GISKE, W., GLEES, A., 1964. Untersuchungen zur Elektro-
schockbetäubung bei Schlachtschweinen.
Fleischwirtsch. 44 (2): 118-121

GRÄTZ, H., DRAWER, K., 1984. Automatische Schweinebetäu-
bungsanlagen. Fleischwirtsch. 64 (3): 257-259

GRAUVOGEL, A., 1977. Tierschutzgerechter Transport von
Schweinen. SVZ Schlachten und Vermarkten. 2/77: 59-60

GUALTIEROTTI, T., MARTINI, E., MARZORATI, A., 1942.
Untersuchungen über die Elektronarkose. Mit besonderer
Berücksichtigung der aktiven elektrischen Erscheinun-
gen des zentralen Nervensystems.
Plügers Arch., Bd. 246: 359-371

- HAÜSERMANN, E., 1985. Prüfung von Schnellmethoden zur Erkennung abweichender Fleischqualität beim Schwein bei der amtlichen tierärztlichen Fleischuntersuchung. Vet. med. Diss. Berlin
- HAMMER, W., 1981. Einfluß von Tierbetreuer und Haltungsverfahren auf die Gewichtsentwicklung von Ferkeln. in: Aktuelle Arbeiten zur artgemäßen Tierhaltung. KTBL-Schrift 264, Darmstadt, Hiltrup: 245-251
- HOENDERKEN, R., 1976. Ein verbessertes System für das Treiben und Leiten von Schlachtschweinen zum Restrainer. Fleischwirtsch. 56 (6) 838-839
- HOENDERKEN, R., 1978. Elektrische bedwelming van slachtvarkens. Vet. med. Diss. Utrecht/NL
- HOENDERKEN, R., 1978 a. Electrical stunning of pigs. Hearing on pre-slaughter stunning, Kävlinge, Sweden, May 19
- HOENDERKEN, R., 1979. Zur Betäubung von Schlachtschweinen. SVZ Schlachten und Vermarkten 79/8: 235-237
- HOENDERKEN, R., 1983. Electrical and carbondioxide stunning of pigs for slaughter. in: Stunning of animals for slaughter. ed. by G.EIKELENBOOM. Martinus Nijhoff Pub. Boston, The Hague, Dordrecht, Lancaster
- HOFMANN, K., 1973. Ist die Mittelwertbildung von pH-Werten zulässig? Fleischwirtsch. 53: 258-259
- HOLZER, W., POLZER, K., 1941. Elektroschock und Elektrokardiogramm. Archiv für Kreislaufforschung, Band VIII: 382-396

- HONIKEL, K.O., KIM, C.-J., 1985. Über die Ursachen der Entstehung von PSE-Schweinefleisch.
Fleischwirtsch. 65 (9): 1125-1131
- JACOBSEN, J., 1973. Die Gefährdung durch phasenangeschittene und gleichgerichtete elektrische Ströme.
Diss. TH Hannover, Fakultät für Maschinenwesen
- JACOBSEN, J., BUNTENKÖTTER, S., REINHARD, H.-J., WIEDORF, H., 1974. Beitrag zur Übertragbarkeit der Gefährdung durch elektrische Ströme vom Modelltier Schwein auf den Menschen. Dtsch. tierärztl. Wschr. 81: 214-220
- JUNACK, M., 1933. Die Elektronarkose bei Mensch und Haustier. Berliner tierärztliche Wochenschrift Nr.2 (Januar): 26-29
- JUNG, R., 1949. Hirnelektrische Untersuchungen über den Elektrokampf: Die Erregungsabläufe in kortikalen und subkortikalen Hirnregionen bei Katze und Hund. Arch. f. Psychiatr. 183: 206
- KEIM, H. 1981. Das Fachwissen des fortschrittlichen Fleischers. Verlaghaus Sponholz, Frankfurt a.M.
- KLEMM, W.R., 1977. Alertness, sleep and related states. in: Dukes' Physiology of domestic animals. ed. by M.J. SVENSON, 9. ed. Cornell University Press, Ithaca and London
- KREINDLER, A., 1965. Experimental epilepsy progress in brain research. Vol. 19, Elsevier Publishing Company, Amsterdam
- KRÜGER, G., HELLNER, F., 1981. Normativgerechte Elektrobee-
täubung - Ein wichtiger Faktor zur Verbesserung der
Fleischqualität bei Schlachtschweinen.
Fleisch 35 (11): 203-206

- LAMBOOY, E., 1981. Some neural and physiological aspects of electrical and mechanical stunning in ruminants. Vet. med. Diss., Utrecht/NL
- LEACH, T.M., 1978. Pre-slaughter stunning in the EC. Hearing on pre-slaughter stunning, Kävlinge, Sweden, May 19
- LOPES da SILVA, F.H., 1983. The assessment of unconsciousness: general principles and practical aspects. in: Stunning of animals for slaughter. ed. by G. EIKELENBOOM. Martinus Nijhoff Pub. Boston, The Hague, Dordrecht, Lancaster
- MICKWITZ, G. v., 1977. Ethophysiologische Aspekte des Tiertransportes. SVZ Schlachten und Vermarkten 77/1: 23-26
- MICKWITZ, G. v., 1977 a. Tierschutzgerechter Transport von Schlachtschweinen. SVZ Schlachten und Vermarkten 77/2: 56-59
- MICKWITZ, G. v., 1980. Transport von Schweinen. in: Klinik der Schweinekrankheiten. Hrsg. W. SCHULZE et al., Verlag M. u. H. Schaper, Hannover
- MICKWITZ, G. v., 1983. A survey of current methods of stunning of farm animals in EEC countries. in: Stunning of animals for slaughter. ed. by G. EIKELENBOOM. Martinus Nijhoff Pub. Boston, The Hague, Dordrecht, Lancaster
- MICKWITZ, G. v., LEACH, T.M., 1977. Schlacht-tierbetäubung in den Mitgliedstaaten der EG. Mitt. über Landwirtschaft, 30 (März)
- MICKWITZ, G.v., REINHARD, H.-J., 1966. Experimentelle Untersuchungen zur Elektronarkose beim Schwein. Dtsch. tierärztl. Wschr. 73: 49-56

- MÜLLER, A., 1970. Grundlegendes zur Elektroanästhesie.
Schweizer Archiv für Tierheilkunde, 112 (5): 213-232
- MÜLLER, A., 1978. General discussion. in: Hearing on pre-slaughter stunning, Kävlinge, Sweden, May 19
- MÜLLER, A., ENGELI, P., 1968. Die elektrische Betäubung von Schlachtschweinen. Fleischwirtsch. 48: 1346-1349
- NIEDERMEYER, E., LOPES da SILVA, F.H., 1982. Elektroencephalography. Urban und Schwarzenberg. Baltimore-Munich
- OSYPKA, P., 1963. Meßtechnische Untersuchungen über Stromstärken, Einwirkungsdauer und Stromweg bei elektrischen Wechselstromunfällen an Mensch und Tier. Bedeutung und Auswertung für Starkstromanlagen. Elektromedizin Bd. 8 Nr. 3: 153-179, Fortsetzung: Elektromedizin Bd. 8 Nr. 4: 193-214
- REINHARD, H.-J., MICKWITZ, G.v., 1968. Experimentelle Untersuchungen zur Elektroanaesthesie beim Schwein. Die Wirkung verschiedener Ströme, Einschaltarten und der Lagerung der Versuchstiere auf das Elektrokardiogramm, Phonokardiogramm, den Blutdruck und die Atmung. Elektromedizin 13: 98-111
- REUTER, G., 1982. Verfahren zur Erkennung von Fleischqualitätsabweichungen bei Schlacht tierkörpern. Fleischwirtsch. 62 (9): 1153-1160
- ROMIJN, C., 1955. Enkele physiologische beschouwingen naar aanleiding van de elektrische schedeldoorstroming bij slachtdieren. Tijdschr. Diergeneesk. 80: 115-121
- ROOS, J., KOOPMANS, S., 1939. Onderzoekingen naar de werking van elektrische doorstroming op dieren. (Vierde mededeeling). De werking van den onderbroken gelijkstroom. Tijdschr. Diergeneesk. 66: 547-565

- ROTHFUß, U., MÜLLER, E., GRASHORN, M., 1984. Einfluß unterschiedlicher Betäubungsspannungen auf Parameter des Stoffwechsels und der Fleischbeschaffenheit beim Schwein. *Fleischwirtsch.* 64 (7): 833-837
- SCHEPER, J., 1977. Inwieweit beeinflußt das Betäubungsverfahren die Fleischbeschaffenheit bei Schweinen? *Fleischwirtsch.* 57 (8): 1489-1495
- SMULDERS, F.J.M., ROMME, A.M.C.S., WOOLTHUIS, C.H.J., de CRUIF, J.M., EIKELENBOOM, G., CORSTIAENSEN, G.P., 1983. Pre-stunning treatment during lairage and pork quality. in: *Stunning of animals for slaughter.* ed. by G.EIKELENBOOM. Martinus Nijhoff Pub. Boston, The Hague, Dordrecht, Lancaster
- SCHÜTT, I., 1982. Auswirkungen einer tierschutzgerechten Elektrobetäubung bei Schlachtgeflügel auf den Ausblutungsgrad und die pH-Wert-Entwicklung der Tierkörper. *Vet. med. Diss.* Berlin
- SCHÜTT-ABRAHAM, I., LEVETZOW, R., WORMUTH, H.J., WEISE, E., 1983. Aspekte der Hochvoltbetäubung von Schlachtschweinen. *Fleischwirtsch.* 63 (3): 387-397
- SCHWARZ, F., 1960. Die durch den elektrischen Strom bedingten Veränderungen am menschlichen Körper. in: *Handbuch der Allgemeinen Pathologie*, X. Band, 1. Teil, Springer-Verlag, Berlin, Göttingen, Heidelberg
- SILNY, J., 1979. Wirkung elektrischer Felder auf den Organismus. *Medizinisch-technischer Bericht* 1979, Institut zur Erforschung elektrischer Unfälle der Berufsgenossenschaft Feinmechanik und Elektrotechnik, Köln

- STOLLE, A., REUTER, G., 1978. Ein Kennzeichnungsverfahren für Schlachtrinder durch Stanzmarkierung im Bereich der Nasenscheidewand als Voraussetzung für eine in den Bestand vorverlegte Schlachttieruntersuchung. SVZ Schlachten und Vermarkten 3/78: 75-79
- SUND, M., SALAMON, D., 1984. BMDP'83 im SIEMENS-BS 2000 auf FORI umgestellt. Statistical software newsletter, Vol. 10, No. 2
- SWATLAND, H.J., BROGNA, R.J., LUTTE, G.H., 1984. Electrical activity in the cerebral hemispheres of electrically stunned pigs. Journal of animals science, Vol. 58 (No. 1), 68-74
- TROEGER, K., WOLTERS DORF, W., 1986. Slaughter technology to improve the quality of pork. 32nd European Meeting of Meat Research Workers, Proceedings I, Gent, Belgium, August 24-29
- WAL, P.G., van der, 1972. Einfluß der elektrischen Betäubung auf Schlachtschweine - Veränderungen im Blut. Dtsch. tierärztlich. Wschr. 79: 106-108
- WAL, P.G., van der, 1973. Spierbloedingen en uitbloedingsgraad bij varkens. Enige literatuurgegevens. Tijdschr. Diergeneesk. 98 (4): 202-209
- WAL, P.G., van der, 1978. Chemical and physiological aspects of pig stunning in relation to meat quality - A Review. Meat Science 78/2: 19-30
- WAL, P.G., van der, HOENDERKEN, R., SYBESMA, W., van LOGTESTIJN, J.G., 1975. Elektrisch bedwelmen van slachtvarkens. Tijdschr. Diergeneesk. 100 (18): 969-975

WAL, P.G., van der, NIEUWENHUIJSEN, H.Th., SYBESMA, W.,
SCHOLTEN, J.I.M., 1975 a. Het optreden van fractures in
het schouderblad van slachtvarkens. Tijdschr. Dier-
geneesk. 100 (11): 597-603

WARRINGTON, R., 1974. Electrical Stunning: A Review of the
Literature. The Veterinary Bulletin, Vol. 44 No. 10:
617-635

Anhangstabellen 1-9 :

Einzelaufstellung der in den experimentellen Untersuchungen im Gehirn der Schlachtschweine ermittelten Spannungen (V_g in Volt) während der elektrischen Betäubung (% = prozentualer Anteil von der Ausgangsspannung; $Y/A-O$ = Proportionalitäts-werte der Elektrodenpositionen; $k.01 < 0.01$)

E.P.	87.5 V				300 V			
	trocken		naß		trocken		naß	
	Vg	%	Y/A-O	Vg	%	Y/A-O	Vg	%
1)								
A-O				2.93	3.35	1.00	12.81	4.27
A-A				2.70	3.09	0.92	7.82	2.61
G-O				2.23	2.55	0.76	9.26	3.09
G-A				1.46	1.67	0.50	2.87	0.96
N-N				0.70	0.80	0.24	1.42	0.47
N-H				0.54	0.62	0.18	1.07	0.36
B-B				0.02	0.02	0.01	0.06	0.02
F-F				k.01	k.01	k.01	k.01	k.01
F-R				k.01	k.01	k.01	k.01	k.01
2)								
A-O	2.30	2.63	1.00	2.42	2.77	1.00	9.17	3.06
A-A	2.19	2.50	0.95	2.09	2.39	0.86	7.11	2.37
G-O	2.10	2.40	0.91	2.29	2.62	0.95	9.24	3.08
G-A	0.97	1.11	0.42	1.01	1.15	0.42	3.22	1.07
N-N	0.82	0.94	0.36	1.13	1.29	0.46	3.75	1.25
N-H	0.63	0.72	0.27	0.68	0.78	0.28	1.84	0.61
B-B	0.01	0.01	k.01	0.02	0.02	0.01	0.06	0.02
F-F	k.01	k.01	k.01	k.01	k.01	k.01	k.01	k.01
F-R	k.01	k.01	k.01	k.01	k.01	k.01	k.01	k.01
3)								
A-O				2.22	2.54	1.00	13.13	4.38
A-A				1.91	2.18	0.86	8.47	2.82
G-O				1.82	2.08	0.82	10.03	3.34
G-A				0.78	0.89	0.35	5.57	1.86
N-N				0.56	0.64	0.25	7.80	2.60
N-H				0.29	0.33	0.13	0.94	0.31
B-B				0.01	0.01	k.01	0.02	0.01
F-F				k.01	k.01	k.01	k.01	k.01
F-R				k.01	k.01	k.01	k.01	k.01

87.5 V				300 V			
trocken				trocken			
E.P.	Vg	%	Y/A-O	naß	Vg	%	Y/A-O
<u>7)</u>							
A-O	3.22	3.68	1.00		15.11	5.04	1.00
A-A	2.87	3.28	0.89		6.79	2.26	0.45
O-O	2.53	2.89	0.79		12.70	4.23	0.84
S-K	1.72	1.97	0.53		6.37	2.12	0.42
N-N	1.44	1.65	0.45		5.13	1.71	0.34
N-H	0.62	0.71	0.19		1.54	0.51	0.10
S-B	0.01	0.01	0.01		0.09	0.03	0.01
F-F	K.01	K.01	K.01		0.01	K.01	K.01
F-Y	K.01	K.01	K.01		K.01	K.01	K.01
<u>8)</u>							
A-O	2.89	3.30	1.00		14.19	4.73	1.00
A-A	3.07	3.51	1.06		13.10	4.37	0.92
O-O	2.64	3.02	0.91		12.24	4.08	0.86
S-K	1.65	1.89	0.57		6.75	2.25	0.48
N-N	0.93	1.06	0.32		4.88	1.63	0.34
N-H	0.63	0.72	0.22		1.61	0.54	0.11
S-B	0.01	0.01	0.01		0.07	0.02	0.01
F-F	K.01	K.01	K.01		0.01	K.01	K.01
F-Y	K.01	K.01	K.01		K.01	K.01	K.01
<u>9)</u>							
A-O	4.33	4.95	1.00		18.29	6.10	1.00
A-A	3.97	4.54	0.92		14.12	4.71	0.77
O-O	3.12	3.57	0.72		14.06	4.69	0.77
S-K	2.31	2.64	0.53		8.67	2.89	0.47
N-N	1.65	1.89	0.38		9.01	3.00	0.49
N-H	0.78	0.89	0.18		2.54	0.85	0.14
S-B	K.01	K.01	K.01		0.11	0.04	0.01
F-F	K.01	K.01	K.01		0.02	0.01	K.01
F-Y	K.01	K.01	K.01		K.01	K.01	K.01

Erhebungsbogen "Schlachtschweinebetäubung" , Teil I

 Anschrift des Schlachtbetriebes :

Schlachthof-Nr.:

Unters.-Tag :

1. Daten zur Betriebsorganisation

- 1.1. mittlere wöchentliche Schlachtzahl : _____
- 1.2. mittlere Schlachtleistung pro Stunde : _____
- 1.3. Anzahl der Betäuber : _____
- 1.4. Anzahl der Helfer : _____
(Zutreiben, Anketten, Stechen)
- 1.5. mittlere Transportdauer (in Stunden) : _____
(Herkunftsbestand-Schlachtbetrieb)
- 1.6. mittlere Verweildauer der Schweine am Schlachthof (in Stunden) : _____

2. Kriterien der Fleischhygiene

- 2.1. Pathologisch-anatomische Veränderungen
(Wirbel-, Schulterblatt-, Beckenbrüche) nach
Angaben der Fleischbeschautagebücher in % : _____
(=Beanstandungsquote im Oktober '84)
- 2.2. Substantielle Abweichungen
(PSE, DFD) nach Angaben der Fleischbeschau-
tagebücher in % : _____
(=Beanstandungsquote im Oktober '84)
-

Erhebungsbogen "Schlachtschweinebetäubung" , Teil II-1

Schlachthof-Nr.: Unters.-Tag : Blatt-Nr.:

3. Bauliche Einrichtung

3.1. Wartebuchten

- a. Anzahl : _____
- b. Abmessungen : _____
- c. Gesamtfassungvermögen : _____
- d. mittlere Belegung pro Bucht : _____

3.2. Treibgänge

- a. Abmessungen : _____
- b. Form : gleichbleibend; trichterförmige/
stufenförmige Verengung zur B.-
Bucht hin;
ansteigend/eben/abfallend
- andere : _____
- c. Ausleuchtung : _____

3.3. Betäubungsbuchten

- a. Anzahl : _____
- b. Abmessungen : _____
- c. Aufnahmekapazität : _____
- d. mittlere Belegung : _____
- e. Form : _____
- f. Position des Stechnaufzuges : _____

Bemerkungen: _____

Erhebungsbogen "Schlachtschweinebetäubung" , Teil II-2

Schlachthof-Nr.: _____ Unters.-Tag : _____ Blatt-Nr.: _____

4. Betäubungsapparatur

- 4.1. Hersteller : _____
- 4.2. Werksangaben : Typ : _____
 Voltzahl (V) : _____
 andere : _____
- 4.3. Modell des Elektrodenhalters : _____
- 4.4. Zustand der Elektroden : stumpf/spitz; verschmutzt/
 oxydiert
 andere : _____
- 4.5. Installation des Versorgungs-
 gerätes : innerhalb/ausserhalb der
 B.-Bucht
 andere : _____
- 4.6. Besonderheiten : Prüfspannung : _____
 Zeitschalter
 Kontrolleuchte für Arbeits-
 spannung
 andere : _____

- 4.7. Registrierung von Spannung (V) und Stromstärke (mA) unter Ver-
 wendung vorgegebener Testwiderstände von 150, 300, 600 und 1200
 Ohm.

	Leerlauf	1200	600	300	150
V					
mA					

Bemerkungen: _____

Verzeichnis der verwendeten Abkürzungen

<i>A</i>	Ampère
Elektrodenpositionen :	
<i>A-A</i>	Auge-Auge
<i>A-O</i>	Auge-Ohr
<i>B-B</i>	Brustbereich
<i>F-F</i>	Flankenbereich
<i>F-R</i>	Flanke-Rücken
<i>N-H</i>	Nacken-Halsunterseite
<i>N-N</i>	Nacken-Nacken
<i>S-K</i>	Stirn-Kehlbereich
<i>I_m</i>	gemessene Stromstärke
Intervall	im Zusammenhang mit der Betäubung, wenn nicht anders vermerkt: Zeit- raum zwischen Betäubungsende und Stechen
Ω	Ohm
pH-Meßstellen:	
<i>LDa</i>	<i>M. longissimus dorsi</i> der aufhängen- den Schlachtkörperhälfte (bezogen auf das Anschäkeln nach der Betäu- bung
<i>LDf</i>	<i>M. longissimus dorsi</i> der freihängen- den Schlachtkörperhälfte
<i>S_{Ma}</i>	<i>M. semimembranosus</i> der aufhängenden Schlachtkörperhälfte
<i>S_{Mf}</i>	<i>M. semimembranosus</i> der freihängenden Schlachtkörperhälfte
<i>U_m</i>	gemessene Spannung
<i>U_l</i>	Leerlaufspannung
<i>V</i>	Volt
<i>V_G</i>	im Gehirn anliegende Spannung in Volt

Abschließend danke ich vornehmlich Herrn Prof. Dr. von Mickwitz, der mir durch seine großzügige und interessierte Betreuung die Erstellung dieser Arbeit ermöglichte.

Besonderer Dank gilt Herrn Prof. Dr. Reuter für die freundliche Übernahme der Co-Korrektur, sowie für seine wertvollen Anregungen zur Vorbereitung und Durchführung der fleischhygienischen Themenbereiche. In diesem Zusammenhang bin ich gleichfalls Herrn Priv. Doz. Dr. Stolle und Herrn Dr. Bülte zu Dank verpflichtet.

Herrn MinRat Dr. Degen danke ich für seine organisatorische Hilfestellung bei der Vermittlung der Schlachtbetriebe in Niedersachsen. Weiterhin danke ich den Amts- und Fleischbeschautierärzten und den Schlachtbetriebsdirektionen, die durch ihr integriertes Zusammenwirken die praktischen Untersuchungen ermöglichten und unterstützten.

Bedanken möchte ich mich letztlich auch bei Herrn Dipl.Biol. Gunnar Joachimson für seine Hilfeleistung bei der statistischen Auswertung und bei Frau Dr. Schütt-Abraham sowie Herrn Dr. Wormuth vom Bundesgesundheitsamt/Berlin für orientierende Gespräche und die freundliche Überlassung der Hochvoltbetäubenanlage während der experimentellen Untersuchungen.

Die Untersuchungen wurden gefördert durch Landesmittel des Niedersächsischen Ministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten.

Lebenslauf

- 5. März 1954 - Geboren in Dülken (jetzt Viersen)
- 1975 - Erlangung der Hochschulreife am Humanistischen Jungengymnasium Viersen
- 1975 - 1976 - Wehrpflichtdienst
- 1977 - Lehramtsstudium an der TH Aachen
- 1977 - 1980 - Aufnahme des Studiums der Veterinärmedizin an der RU Utrecht/Niederlande
- 1980 - 1984 - Fortführung und Abschluß des Studiums (März 1984) an der FU Berlin
- März 1984 - Approbationserteilung
- 1985 - 1986 - Niederlassung als prakt. Tierarzt in Berlin
- 1987 - Mitarbeiter in einer Großtierpraxis im Münsterland

